

UDK 630* 8 + 674

CODEN: DRINAT

ISSN 0012-6772



znanstveno-stručni
časopis za pitanja
drvne tehnologije

DRVNA INDUSTRIJA

Drvena industrija

Volumen 43.

Broj 2

Stranica 45-84

Zagreb, ljeto 1992.

ZIDI

ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU
ZAVOD ZA ISTRAŽIVANJA U DRVNOJ INDUSTRIJI
41000 Zagreb, Svetošimunska 25, tel. 218-288, fax 218-616

Za potrebe cjelokupne drvne industrije provodi znanstvena istraživanja i ostale usluge u rješavanju tržišnih, proizvodnih, organizacijskih, obrazovnih i ekonomskih problema unapređivanja proizvodnje i plasmana drvnih proizvoda na tuzemno i inozemno tržište.

Djelatnost Zavoda:

- Znanstvena razvojna i primijenjena istraživanja u području drvne tehnologije, kemijske prerade i zaštite drva,
- Izrada studija razvoja novih proizvoda, tehnologije i organizacije proizvodnje,
- Projektiranje drvnoindustrijskih i obrtničkih tehnologija i pogona prerade drva,
- Stručne recenzije znanstvenih i stručnih radova, te stručna vještačenja,
- Laboratorijska ispitivanja kvalitete – Atestiranje svih drvnih poluproizvoda i finalnih proizvoda,
- Organiziranje savjetovanja i simpozija iz područja drvne tehnologije,
- Izdavanje stručnih edicija i publikacija,
- Permanentno obrazovanje uz rad za sve obrazovne profile u drvnj struci,
- Informatičke usluge, te usluge programiranja i obrade podataka.

Na raspolaganju Vam stoje vrhunski stručnjaci za područje drvne tehnologije, očekujemo Vaše upite i uspješnu suradnju.

DRVNA INDUSTRIJA

ZNANSTVENO-STRUČNI ČASOPIS ZA PITANJA DRVNE TEHNOLOGIJE

Drvena ind.

Vol. 43.

Br. 2.

Str. 45—84

Zagreb, ljeto 1992.

Izdavač i suizdavači:

ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU,
Zagreb, Svetošimunska c. 25

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO, Zagreb,
Trg Mažuranića 11

CROATIADRVO, d. d., Zagreb, Trg Mažuranića 6

EXPORTDRVO, p. o., Zagreb, Marulićev trg 18

Osnivač: Institut za drvo, Zagreb

Uredništvo i uprava:

Zagreb, Svetošimunska c. 25, tel.: (041) 218-288,
telefax: 218-616

Izdavački savjet:

mr. Ferdo Laufer, dipl. ing. (Croatiadrvo d. d.), prof.
dr. Boris Ljuljka, dipl. ing. (predsjednik) (Šumarski
fakultet), Ivan Maričević, dipl. ing. (Hrvatsko šumar-
sko društvo), Josip Štimac, dipl. ing. i Marko Zupan,
dipl. oec. (Exportdrvo) — svi iz Zagreba.

Urednički odbor:

prof. dr. Vladimir Bruči, dipl. ing., prof. dr. Jurica
Butković, dipl. ing., prof. dr. Mladen Figurić, dipl.
ing., prof. dr. Vladimir Golja, dipl. ing., prof. dr. Vla-
dimir Hitrec, dipl. ing., prof. dr. Boris Ljuljka, dipl.
ing., prof. dr. Zdenko Pavlin, dipl. ing., prof. dr. Bo-
židar Petrić, dipl. ing., prof. dr. Rudolf Sabadi, dipl.
oec. i dipl. ing., prof. dr. Vladimir Sertić, dipl. ing.,
prof. dr. Stjepan Tkalec dipl. ing. — svi iz Zagreba.

Glavni i odgovorni urednik:

prof. dr. Božidar Petrić, dipl. ing. (Zagreb)

Urednik:

Mr Hrvoje Turkulin, dipl. ing. (Zagreb)

Tehnički urednik:

Zlatko Bihar (Zagreb)

Lektori:

Prof. Dinko Tusun (hrvatski) Zagreb
Mr. prof. Goranka Antunović (engleski) Zagreb

Pretplata:

godišnja za pojedince 800 HRD, za đake i studente
400 HRD, za poduzeća i ustanove 2000 HRD, za ino-
zemstvo 40 USD. Cijena pojedinog broja 600 HRD.
Žiro račun br. 30102-603-929 s naznakom:
za časopis »Drvena industrija«.

Rukopisi se ne vraćaju.

Izlazi kvartalno.

Časopis je oslobođen osnovnog poreza na promet na
temelju mišljenja Ministarstva prosvjete, kulture i
športa Republike Hrvatske br. 532-03-1/7-92-01 od
15. VI. 1992.

Tisak: TIP »A. G. Matoš«, Samobor

Naklada: 650 primjeraka

Naslovna stranica: Mr. Božidar Lapaine,
dipl. ing. arh.

Članci se referiraju u slijedećim sekundarnim publi-
kacijama:

Bulletin scientifique HAZU Zagreb
Forest Products Abstracts Oxford
Chemical Abstracts

OVAJ BROJ ČASOPISA SUFINANCIRA:

 **CROATIADRVO**
D.D.
PODUZEĆE ZA UNAPREĐENJE I RAZVOJ PROIZVODNJE
I TRGOVINU DRVNIM PROIZVODIMA I PAPIROM D.D.

41000 ZAGREB, Trg Mažuranića 6

telefon: 041/446-066, 446-078, 459-411

telex: 22 490, telefax: 449-916

Vol. 43, 2
str. 45—84
ljetno 1992.
Zagreb

Znanstveni radovi	
Vlatka Jirouš-Rajković	
UTJECAJ GRANULACIJA I SMJERA BRUŠENJA NA HRAPAVOST BRUŠENIH POVRŠINA	47—53
Vlado Goglia, Antun Šoštarić	
PRILOG ISTRAŽIVANJU POSTUPKA ČEONOG GLODANJA ZA OBRADU RAVNIH PLOHA	54—61
Tomislav Dimitrov	
KLIMA I PRIRODNO SUŠENJE DRVA	62—70
Stručni radovi	
Krešimir Babunović	
DETEKCIJA GREŠAKA DRVA U FUKCIJI SUSTAVA AUTOMATSKE PROIZVODNJE ELEMENATA	71—77
Sajmovi i izložbe	78
Iz poduzeća	79
Savjetovanja i sastanci	80—81
Novi znanstveni radnici	82
In memoriam	83
Novosti iz tehnike	70, 83

CONTENTS

Scientific papers	
Vlatka Jirouš-Rajković	
THE EFFECT OF GRIT SIZES AND THE FIBRE AND SANDING DIRECTION ON SANDED SURFACE ROUGHNESS	47—53
Vlado Goglia, Antun Šoštarić	
RESEARCH ABOUT THE APPLICATION OF FRONT MILLING FOR THE PROCESSING OF PLAIN SURFACES	54—61
Tomislav Dimitrov	
CLIMATE AND NATURAL WOOD DRYING	62—70
Technical papers	
Krešimir Babunović	
LUMBER DEFECT DETECTION IN FUNCTION OF AUTOMATED ELEMENTS PRODUCTION	71—77
Fairs and exhibitions	78
From enterprises	79
Meetings and Conferences	80—81
New scientists	82
In memoriam	83
Technical news	70, 83

Redakcija dovršena
1992. 11. 16.

Utjecaj granulacija i smjera brušenja na hrapavost brušenih površina

THE EFFECT OF GRIT SIZE AND SANDING DIRECTION ON SANDED SURFACE ROUGHNESS

Mr. **Vlatka Jirouš-Rajković**, dipl. ing.
Šumarski fakultet Zagreb

UDK 630*829.1

Prispjelo: 22. srpnja 1992.
Prihvaćeno: 28. rujna 1992.

Izvorni znanstveni rad

Sažetak

U radu su opisani rezultati ispitivanja utjecaja granulacija papira i smjera vlakana i brušenja na hrapavost brušenih površina, te različitih kombinacija granulacija i smjerova brušenja na hrapavost. Prema očekivanjima ustanovljeno je da je hrapavost površine drva nakon brušenja manja kada je oznaka na brusnom papiru veća (po DIN-u), te da se brušenjem okomito na vlakanca u principu postiže manja hrapavost površine nego brušenjem u smjeru vlakana. Na uzorcima furniranim bukovim furnirom pokazalo se da brušenje granulacijom 220 nakon brušenja granulacijom 180 neće utjecati na značajnije smanjenje hrapavosti površine.

Od 16 različitih kombinacija granulacija i smjerova brušenja, kao najpovoljnije pokazalo se brušenje kombinacijom granulacija 100, 150, 180, sve paralelno s vlakancima.

Ključne riječi: Brušenje, granulacija, hrapavost površine.

Summary

This paper discusses the effect of grit size, the fibre and sanding direction and various sanding treatments on sanded surface roughness. As expected, the experiments have shown that the surface roughness is smaller as the DIN Grade No. of sandpaper is higher, and that the roughness of the sanded surface in cross sanding is generally smaller than in longitudinal sanding (along the grain). Additional sanding of beech veneered specimens with sandpaper 220, following the sanding with sandpaper 180, resulted in no significant improvement in surface roughness. Among 16 various sanding treatments, the one with sandpapers DIN Grade No. 100, 150, 180, sanding along the grain, proved most efficient.

Key words: Sanding, grit size, surface roughness.

1. UVOD

Premda se svi slažu u tome da na kakvoću površinske obrade velik utjecaj ima kakvoća brušenja, mali broj autora bavio se istraživanjem tog područja. Pahlitzsch [18], Potrebić [27], Riđić [29], te Kato i Fukui [8] bavili su se ispitivanjem utjecaja granulacije papira na masivnom drvu, no nisu ispitivali hrapavost površina nakon brušenja različitim kombinacijama granulacija. Poznato je da se u tvornicama pokušava kombinacija granulacija papira za brušenje različitih vrsta furnira određuje iskustveno. U ovom članku opisani su rezultati ispitivanja utjecaja granulacija, različitih kombinacija granulacija, te smjera brušenja na hrapavost brušenih površina ploča furniranih bukovim furnirom.

2. MATERIJAL I METODE

Mjerenje hrapavosti površine

Hrapavost površine mjerena je kontaktnom metodom pomoću profilograf-profilometra TALY-

SURF 10 tvrtke TAYLOR-HOBSON koji radi prema M sustavu mjerenja [6]. Primijenjen je standardni opto-elektronički mjerni pretvarač («standard pick-up») s promjerom dijamantne igle 2,5 μm i silom od 1,0 mN.

Za definiranje hrapavosti površine odabrani su parametri R_a , R_z i R_{max} . Parametar R_a srednje je aritmetičko odstupanje profila i očitava se direktno na skali instrumenta, a parametri R_z i R_{max} daju informacije o srednjoj, odnosno maksimalnoj visini neravnina profila [6]. Ovi se parametri lagano izračunavaju iz dobivenih profilograma. Mjerenja su vršena na referentnoj dužini od 8 mm.

Prilikom mjerenja parametra R_a uz referentnu dužinu od 8 mm, pick-up s kontaktnom iglom prelazi put od 6 referentnih dužina (4 za mjerenje i dvije za uključivanje i dizanje kontaktne igle) i na skali instrumenta dobiva se prosječna vrijednost parametra R_a za četiri uzastopne referentne dužine od 8 mm.

Parametri R_z i R_{max} izračunavali su se iz profilograma dobivenih uz vertikalno povećanje 1.000 \times i horizontalno povećanje 20 \times . Na svakoj

dužini ocjenjivanja izračunano je 5 vrijednosti parametara R_z i R_{max} uz referentnu dužinu 8 mm, odnosno, na svakom uzorku dobiveno je ukupno 25 vrijednosti parametara R_z i R_{max} i 5 vrijednosti parametara R_n (jedna na svakoj dužini ocjenjivanja, ali već izračunana kao srednja vrijednost za 4 uzastopne referentne dužine).

Hrapavost se mjerila u smjeru okomitom na smjer obrade, znači kod većine uzoraka okomito na smjer vlaknaca. Na uzorcima kod kojih je zadnje brušenje bilo okomito na vlakanca hrapavost je mjerena i okomito na vlakanca i pod kutom od 20° u odnosu na smjer vlaknaca, jer ako bi hrapavost bila mjerena okomito na smjer obrade, dakle paralelno s vlakancima, igla instrumenta upala bi u traheju drva, što bi dovelo do neupotrebljivih rezultata mjerenja.

Pokusni materijal

Ploča iverica dimenzija $2750 \times 2050 \times 18$ mm, klase E1, proizvođača »ČESMA« Bjelovar.

Rezani bukovi furniri debljine lista 0,6 mm, širine lista 160 mm, radijalne teksture, I. klase, prosječne širine goda 2,6 mm.

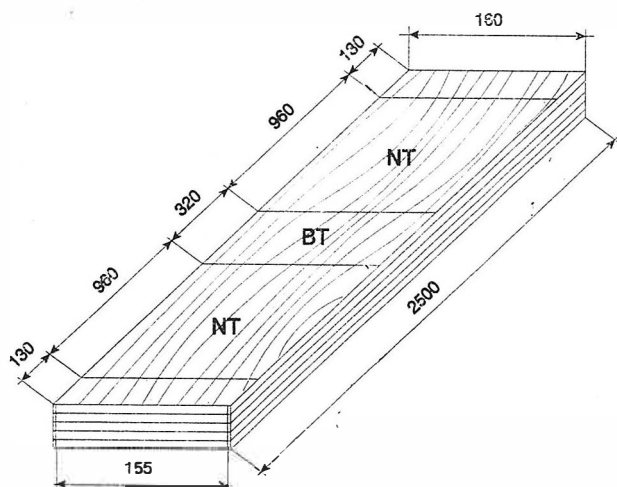
Brusila proizvođača VSM oznake KP 508 E. Podloga ovih brusila je E papir (270 g/m^2) visoke čvrstoće, a abrazivna zrna su od korunda.

Priprema uzoraka

Ploča iverica dimenzija $2750 \times 2050 \times 18$ mm raspiljena na dvije ploče dimenzije $1920 \times 930 \times 18$ mm.

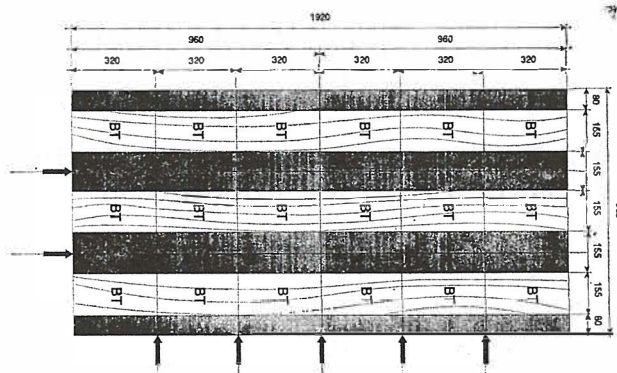
Svežanj furnira od 37 listova iskrojen je na paketnim škarama na način prikazan na slici 1. i zatim spajan na način prikazan na slici 2. Furnir je lijepljen na ploču u jednoetažnoj hidrauličkoj preši pri slijedećim parametrima prešanja:

— temperatura prešanja	130 °C
— vrijeme prešanja	60 s
— tlak ulja u cilindru	27 MPa



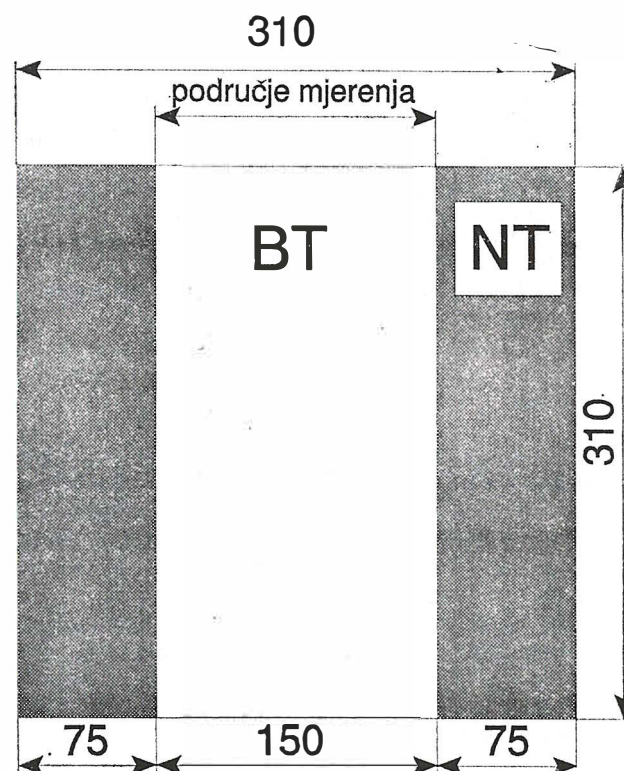
Slika 1. Način krojenja furnira za izradu uzoraka
Fig. 1. Principle of veneer cutting for specimen preparation

— jedinični pritisak 0,4 MPa
— nanos ljepila $\approx 200 \text{ g/m}^2$



Slika 2. Način spajanja furnira
Fig. 2. Principle of veneer jointing

Nakon prešanja i kondicioniranja ploče su raspiljene na formatnoj kružnoj pili na mjestima označenim na slici 2. Gotovi uzorak za ispitivanje prikazan je na slici 3. Uzorci za ispitivanje utje-



Slika 3. Izgled uzorka za ispitivanje
Fig. 3. Test specimen

caja granulacija i smjera brušenja na hrapavost brušenih površina svrstani su u skupinu A. Način brušenja uzoraka skupine A prikazan je u tablici I. Svi uzorci brušeni su potpuno novim brusnim trakama. Za ispitivanje utjecaja smjera brušenja na hrapavost površine predviđeni su uzorci A_{10}

i A_{2k}. Hrapavost se na tim uzorcima mjerila okomito na vlakanca i pod kutom od 20° u odnosu na vlakanca.

Uzorci za ispitivanje utjecaja kombinacija granulacija i smjera brušenja na hrapavost brušenih površina svrstani su u skupinu B. Način brušenja uzoraka skupine B prikazan je u tablici II. Svi uzorci brušeni su novom brusnom trakom.

NACIN BRUŠENJA UZORAKA SKUPINE A
SANDING PARAMETERS FOR GROUP A
Tablica I.
Table I.

GRUPA	UZORAK	GRANULACIJA				SMJER BRUŠENJA (za pojedinu gran.)			
		100	120	150	180	100	120	150	180
B	B _{1p}	*	*						
	B _{1k}	*	*			⊥			
	B _{2p}	*	*	*					
	B _{2k1}	*	*	*		⊥			
	B _{2k2}	*	*	*			⊥		
	B _{2k3}	*	*	*		⊥	⊥		
	B _{3p}	*		*					
	B _{3k}	*		*		⊥			
	B _{4p}	*		*	*				
	B _{4k1}	*		*	*	⊥			
	B _{4k2}	*		*	*			⊥	
	B _{4k3}	*		*	*	⊥		⊥	
	B _{5p}		*	*	*				
	B _{5k1}		*	*	*		⊥		
	B _{5k2}		*	*	*			⊥	
B _{5k3}		*	*	*		⊥	⊥		

NACIN BRUŠENJA UZORAKA SKUPINE B
SANDING PARAMETERS FOR GROUP B
Tablica II.
Table II.

GRUPA	UZORAK	GRANULACIJA				SMJER BRUŠENJA			
		100	120	150	180	100	120	150	180
A	A _{1p}	100							
	A _{2p}	100	120						
	A _{3p}	100	120	150					
	A _{4p}	100	120	150	180				
	A _{5p}	100	120	150	180	220			
	A _{1o}	100					⊥		
	A _{2k}	100	120					⊥	

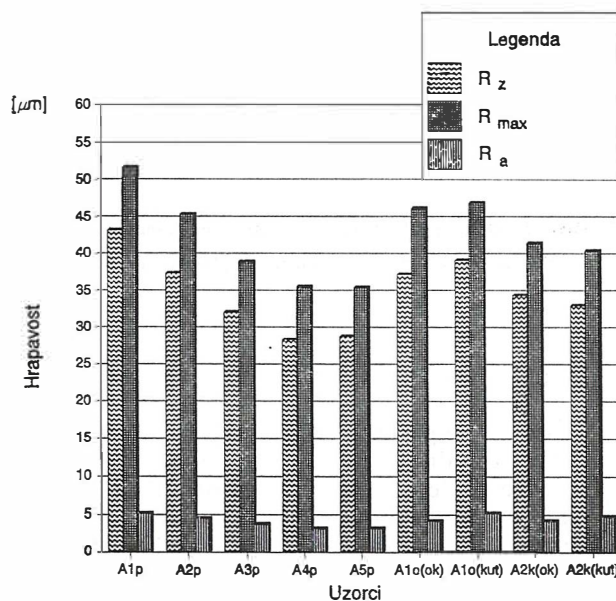
Zbog relativno malih dimenzija uzoraka, potrebe za čestim mijenjanjem brusne trake, te potrebe za brušenjem i paralelno i okomito na vlakanca drva, za brušenje uzoraka odabrana je klasična uskotračna brusilica »BRATSTVO« tip UTB slijedećih karakteristika:

- el. motor 4 kW; 1435 o/min
- brzina rezanja 23 m/s
- dimenzije pritisne papuče 310×120 mm
- brzina pomaka koju radnik ostvaruje ručno 11,53 m/min (izmjerena)
- tlak brusne trake na obradak kod oštrog papira 2,1 kPa
- tlak brusne trake na obradak kod zatupljenog papira 2,6 kPa.

Uzorke je brusila radnica s dvadesetgodišnjim iskustvom na brušenju furniranih elemenata.

3. REZULTATI

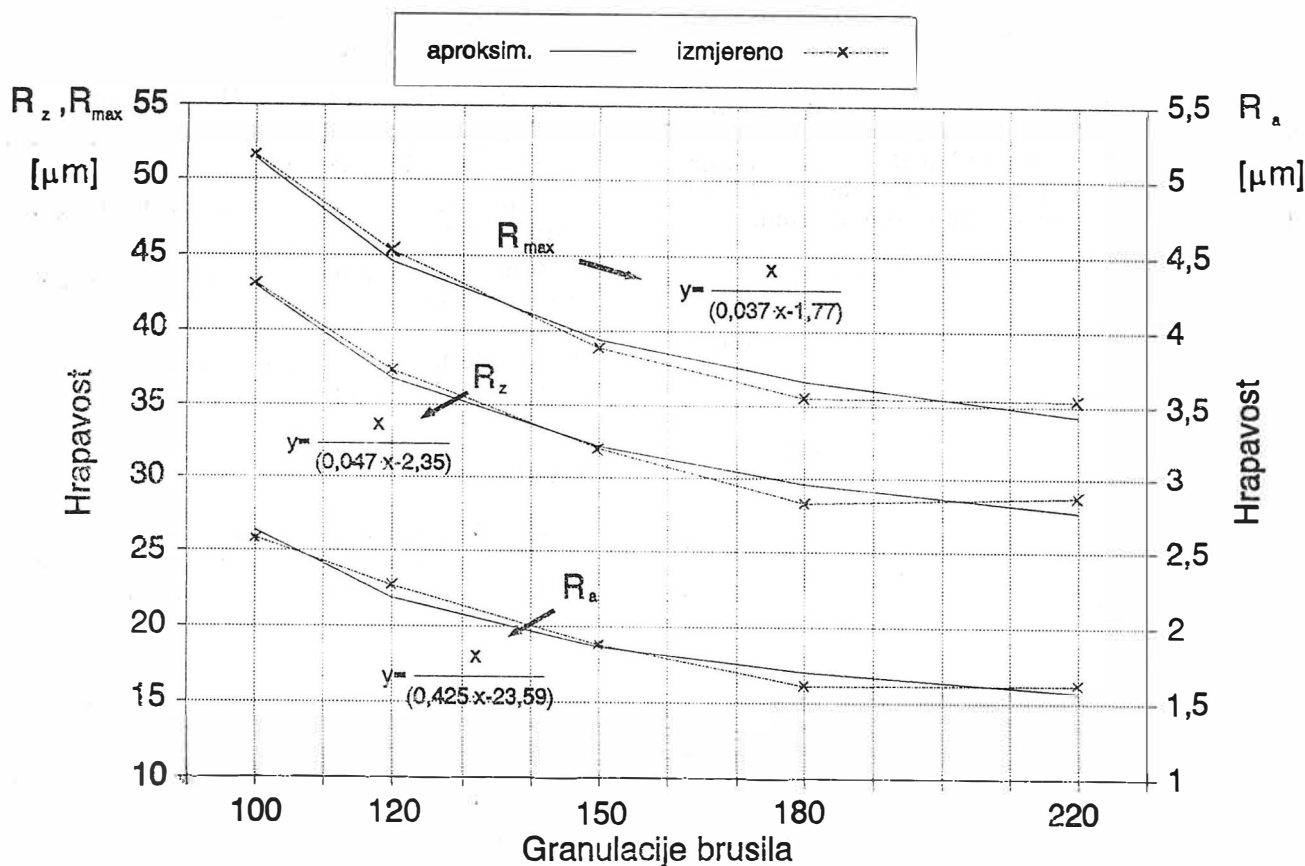
Rezultati ispitivanja utjecaja granulacija i smjera brušenja na hrapavost brušenih površina (uzorci skupine A) grafički su prikazani na slici 4. Analizirajući rezultate mjerenja na uzorcima



Slika 4. Grafički prikaz rezultata mjerenja hrapavosti na uzorcima skupine A

Fig. 4. Roughness measuring results for specimens in group A

A_{1p} do A_{5p}, može se ustanoviti da se povećanjem finoće brusnog papira smanjuje hrapavost brušenih površina. Na slici 5. prikazana je ovisnost hrapavosti površine o granulacijama brusnih papira. Iz slike je vidljivo da se strmina pada krivulja od granulacije 100 do granulacije 180 postepeno smanjuje i da je nakon toga tok krivulje približno konstantan. Razlike u hrapavosti između granulacije 180 i 220 slučajne su, što je i statistički potvrđeno t-testom za parametar R_a, odnosno u-testom za parametre R_z i R_{max}. Ovaj nas oblik krivulje upućuje na zaključak da bi najbolja aproksimacija bila hiperbola s jednadžbom:



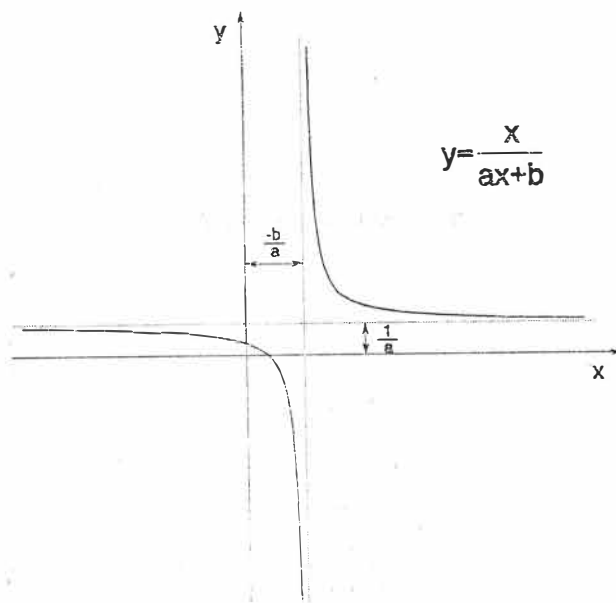
Slika 5. Ovisnost hrapavosti površine o granulacijama brusnihpapira, te njihove aproksimacije s odgovarajućim jednadžbama

Fig. 5. Dependence of surface roughness on sandpaper grit size and its approximation curves with related equations

$$y = \frac{x}{ax + b}$$

Takva je hiperbola prikazana na slici 6. Pomak horizontalne asimptote u smjeru osi y posljedica je činjenice da postoji granična (asimptotska) hrapavost koju nikakvim povećanjem finoće papira ne možemo dostići. Ovakav rezultat upućuje na zaključak da brušenje furniranih ploča papirima granulacije 100 do 180 rezultira znatnijim snižavanjem hrapavosti, dok granulacija 220 ne utječe na znatnije snižavanje hrapavosti, što upućuje na neopravdanost brušenja brusnim papirom 220 površina koje su prethodno brušene papirom 180 prema rezultatima ovog eksperimenta.

Usporedimo li srednje vrijednosti parametara hrapavosti na uzorku A_{1p} (slika 4) koji je brušen granulacijom 100 paralelno s vlakancima sa srednjim vrijednostima na uzorku A_{10} koji je brušen istom granulacijom, ali okomito na vlakanca, vidimo da su razlike u hrapavosti značajne bez obzira da li je mjerenje na uzorku A_{10} vršeno okomito na vlakanca ili pod kutom od 20° u odnosu na vlakanca. Značajne su razlike u parametrima hrapavosti R_z i R_{max} i između uzorka A_{2p} brušenog paralelno s vlakancima granulacijama 100, 120 i uzorka A_{2k} brušenog istim granulacijama,



Slika 6. Graf hiperbole predstavljene općom jednadžbom

Fig. 6. Hyperbolic curve with pertaining equation

ali prvo paralelno, a zatim okomito na vlakanca. Ovakvi rezultati potvrđuju hipotezu da se brušenjem okomito na vlakanca dobiva manja hrapa-

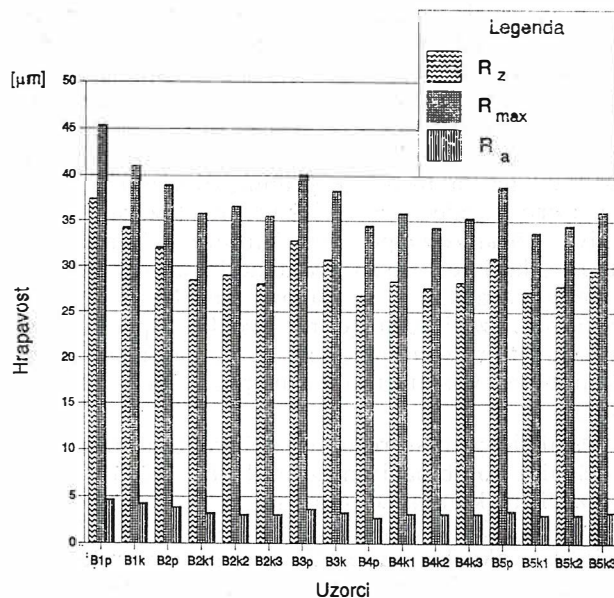
vost površine nego brušenjem paralelno s vlakancima.

Vrijednosti parametara hrapavosti dobivene mjerenjem hrapavosti pod kutom od 20° u odnosu na smjer vlakancima nešto su veće nego vrijednosti dobivene mjerenjem hrapavosti okomito na smjer vlakancima, no te razlike nisu značajne.

Rezultati ispitivanja utjecaja kombinacije granulacija i smjer brušenja na hrapavost brušenih površina (uzorci skupine B) grafički su prikazani na slici 7.

Ako se srednje vrijednosti pojedinih parametara hrapavosti svrstaju po rastućim vrijednostima, dobiva se slijedeći poredak:

Vidljivo je da je najmanja vrijednost parametara R_a i R_z izmjerena na uzorku B_{4p} koji je brušen granulacijama 100, 150, 180, s tim da je brušenje pojedinom granulacijom bilo u smjeru paralelnom s vlakancima. Prema parametru R_{max} ovaj bismo uzorak svrstali tek na četvrto mjesto, no s obzirom da su za dva parametra izmjerene vrijednosti na ovom uzorku najmanje i da je parametar R_{max} vrlo osjetljiv na najmanje greške na



Slika 7. Grafički prikaz rezultata mjerenja hrapavosti na uzorcima skupine B

Fig. 7. Roughness measuring results for specimens in group B

R_a	R_z	R_{max}
1. 100 , 150 , 180	1. 100 , 150 , 180	1. 120 ⊥, 150 , 180
2. 100 , 120 ⊥, 150	2. 120 ⊥, 150 , 180	2. 100 , 150 ⊥, 180
3. 100 ⊥, 120 ⊥, 150	3. 100 , 150 ⊥, 180	3. 120 , 150 ⊥, 180
4. 120 ⊥, 150 , 180	4. 120 , 150 ⊥, 180	4. 100 , 150 , 180
5. 120 , 150 ⊥, 180	5. 100 ⊥, 120 ⊥, 150	5. 100 ⊥, 150 ⊥, 180
6. 100 , 150 ⊥, 180	6. 100 ⊥, 150 ⊥, 180	6. 100 ⊥, 120 ⊥, 150
7. 100 ⊥, 150 , 180	7. 100 ⊥, 150 , 180	7. 100 ⊥, 120 , 150
8. 100 ⊥, 150 ⊥, 180	8. 100 ⊥, 120 , 150	8. 100 ⊥, 150 , 180
9. 100 ⊥, 120 , 150	9. 100 , 120 ⊥, 150	9. 120 ⊥, 150 ⊥, 180
10. 100 ⊥, 150	10. 120 ⊥, 150 ⊥, 180	10. 100 , 120 ⊥, 150
11. 120 ⊥, 150 ⊥, 180	11. 100 ⊥, 150	11. 100 ⊥, 150
12. 120 , 150 , 180	12. 120 , 150 , 180	12. 120 , 150 , 180
13. 100 , 150	13. 100 , 120 , 150	13. 100 , 120 , 150
14. 100 , 120 , 150	14. 100 , 150	14. 100 , 150
15. 100 ⊥, 120	15. 100 ⊥, 120	15. 100 ⊥, 120
16. 100 , 120	16. 100 , 120	16. 100 , 120

površini (na rezultat može utjecati i mala čestica prašine), kombinaciju B_{4p} možemo svrstati na prvo mjesto. Brušenje kombinacijom granulacija 100, 150, 180 u smjeru paralelnom s vlakancima i u Riđićevom [29] istraživanju pokazalo se najboljim. Interesantno je pogledati rezultate mjerenja na uzorcima koji su brušeni istom kombinacijom granulacija, ali različitim kombinacijama smjera brušenja (uzorci B_{4k1} , B_{4k2} , B_{4k3}). Svaki

od ovih uzoraka ima veću hrapavost nego uzorak B_{4p} , na osnovi čega bi se moglo zaključiti da je za kombinaciju granulacija 100, 150, 180 najpovoljnije da svako brušenje bude u smjeru paralelnom s vlakancima. Ako se uzorak B_{4p} usporedi s uzorkom A_{4p} iz skupine A, koji je brušen granulacijama 100, 120, 150, 180, vidjet će se da su vrijednosti svih parametara izmjerene na uzorku A_{4p} veće, na osnovi čega se može zaključiti da, ako se

iz kombinacije granulacija 100, 120, 150, 180 izbaci granulacija 120, neće se pogoršati kakvoća brušene površine, a ostvarit će se znatne uštede. Možemo reći da je slijedeća po redu najpovoljnija kombinacija granulacija 120, 150 i 180, i to ako je brušenje granulacijom 120 u smjeru okomitom na vlakanca, a brušenje granulacijama 150 i 180 u smjeru paralelnom s vlakancima (uzorak B_{5k1}). Najveća hrapavost površine izmjerena je na uzorku B_{1p} , koji je brušen granulacijama 100 i 120 u smjeru paralelnom s vlakancima. Nešto manja hrapavost izmjerena je na uzorku B_{1k} , koji je brušen istom kombinacijom granulacija, ali prvo okomito na vlakanca, a zatim paralelno s vlakancima.

Analiziraju li se rezultati dobiveni na uzorcima brušenim kombinacijom granulacija 100, 120 i 150 i različitim kombinacijama smjerova brušenja (uzorci B_{2p} , B_{2k1} , B_{2k2} , B_{2k3}) vidi se da uzorak B_{2p} , gdje je svako brušenje bilo u smjeru paralelnom s vlakancima, ima veću hrapavost od uzoraka gdje je barem jedno brušenje bilo okomito na vlakanca. Isto je i kod uzoraka brušenih kombinacijom granulacija 100 i 150 (uzorci B_{3p} i B_{3k}) i kod uzoraka brušenih kombinacijom granulacija 120, 150 i 180 (uzorci B_{5p} , B_{5k1} , B_{5k3}). Znači da je za kombinacije granulacija 100 i 120; 100, 120 i 150; 100 i 150; 120, 150 i 180 povoljnije da barem jedno brušenje bude okomito na vlakanca, dok je za kombinaciju granulacija 100, 150 i 180 najpovoljnije da svako brušenje bude u smjeru paralelnom s vlakancima.

Na osnovi dobivenih rezultata teško je zaključiti koja je kombinacija smjerova brušenja najpovoljnija. Za kombinaciju granulacija 100, 120 i 150 pokazalo se da je najpovoljnije da prvo i drugo brušenje budu okomito na vlakanca, a zadnje brušenje paralelno s vlakancima. Za kombinaciju granulacija 100, 150 i 180 pokazalo se najpovoljnijim da je svako brušenje paralelno s vlakancima, a za kombinaciju granulacija 120, 150 i 180 najpovoljnije je da prvo brušenje bude okomito na vlakanca, a slijedeća dva u smjeru paralelnom s vlakancima.

4. DISKUSIJA / ZAKLJUČAK

Rezultati dobiveni ispitivanjem utjecaja granulacija na hrapavost brušenih površina slični su rezultatima koje su dobili Ridić [29] i Potrebić [27] ispitivanjima na masivnom drvu. Rezultati pokazuju da je hrapavost površine drva nakon brušenja manja kada je oznaka na brusnom papiru (po DIN-u) veća. Ovakav rezultat se i očekivao jer se zna da veći broj za označavanje brusnog papira (po DIN-u) znači i sitnija brusna zrna,

a time i pliće tragove koje će ona ostaviti na površini drva prilikom brušenja. No, cilj ispitivanja utjecaja granulacija na hrapavost brušenih površina bio je ustanoviti, kod koje oznake na brusnom papiru dalje povećanje finoće papira neće utjecati na smanjenje hrapavosti. Ovaj eksperiment je pokazao da nakon brušenja granulacijom 180 više nema smisla brusiti granulacijom 200 jer se hrapavost površine neće značajno smanjiti. Prema Ridiću [29] brušenje masivnog bukova drva papirima granulacije od 80 do 150 utječe na značajno smanjenje hrapavosti, dok brušenje granulacijom 180 ne utječe na znatnije smanjenje hrapavosti.

Rezultati dobiveni ispitivanjem utjecaja smjerova brušenja na hrapavost brušenih površina pokazuju da se brušenjem okomito na vlakanca drva postiže manja hrapavost površine, nego brušenjem u smjeru vlakanca, što je u skladu s istraživanjima Pahlitzscha [18] i Kata i Fukuia [8].

Od 16 različitih kombinacija granulacija i smjerova brušenja, kao najpovoljnija, pokazala se kombinacija granulacija 100, 150 i 180, s tim da je brušenje svakom od navedenih granulacija vršeno u smjeru paralelnom s vlakancima. Zanimljivo je da se ova kombinacija granulacija pokazala najboljom i u Ridićevu radu [29]. Poteškoće u prezentaciji rezultata uzrokovane su time što rezultati mjerenja nisu istovjetni za sve ispitivane parametre hrapavosti, pa i dalje ostaje problem koji parametar uzeti kao najmjerodavniji za prezentiranje rezultata. Ovdje je dana prednost parametru R_z , budući da on daje neku srednju visinu neravnina profila.

Iz dobivenih rezultata ispitivanja na uzorcima skupine B teško je zaključiti koja je kombinacija smjerova brušenja najpovoljnija za pojedinu kombinaciju granulacija. Pokazalo se da je za kombinacije granulacija 100 i 120; 100, 120 i 150; 100 i 150; 120, 150 i 180, povoljnije da barem jedno brušenje bude okomito na vlakanca, dok je za kombinaciju granulacija 100, 150 i 180 najpovoljnije da brušenje svakom od navedenih granulacija bude u smjeru paralelnom s vlakancima. Ove rezultate trebalo bi uzeti kao smjernice za dalja istraživanja, u kojima bi se za pouzdanije zaključivanje o najpovoljnijim kombinacijama granulacija i smjerova brušenja trebalo raditi s većim brojem uzoraka.

Treba naglasiti da se provedena mjerenja i zaključci odnose na procjenu rezultata postupaka brušenja mjerenjem hrapavosti površine drva koja će se tek kasnije lakirati.

Pri istraživanju brušenja za postizanje »direktnog visokog sjaja« lakiranih površina trebalo bi uzeti u obzir druge relacije i druge kombinacije granulacija.

LITERATURA

- [1] Alić, O., 1975: Hrapavost površine tehničkih-drvenih tijela; Institut za preradu drveta Šumarskog fakulteta u Beogradu, Beograd.
- [2] Argyropoulos, G., 1989: Schleifmittel beim Lackieren von Teilen aus Holz und Holzwerkstoffen, L-Lack 57 (10): 369—372.
- [3] Connelly, H., 1990: Abrasives in the furniture factory, Furniture manufacturer, May 1990.
- [4] Devantier, M., 1984: Automatischer Meßplatz zur Bestimmung der Oberflächenunruhe von endbehandelten Möbeloberflächen, Holztechnologie 2:67—68.
- [5] Hitrec, V., 1977: Mjerenje u drvnoj industriji, SIZ odgoja i usmj. obrazovanja šumarstva i drvne ind. SR Hrvatske — Zagreb.
- [6] Jirouš-Rajković, V., 1991: Ispitivanje kvalitete brušenih površina, Drvna ind. 42 (1—2): 3—15.
- [7] Kato, C. & Fukui, H., 1976: The effect of belt oscillation on sanding performance of belt sander, Journal of the Japan wood research society 22 (10): 550—556.
- [8] Kato, C. & Fukui, H., 1976: The cutting force and stock removal rate of coated abrasives in sanding wood under constant sanding pressure, Journal of the Japan wood research society 22 (6): 349—357.
- [9] Kato, C. & Fukui, H., 1977: The distribution status of grain tip heights of coated abrasive belt. I. Journal of the Japan wood research society 23 (12): 617—623.
- [10] Kollmann, F., 1954: Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe (2. Auflage, II Band), Springer-Verlag /Berlin ● Göttingen ● Heidelberg/
- [11] Ljuljka, B., 1965: Ispitivanje obrade pločastih elemenata na cilindričnoj brusilici, Drvna ind. 16 (5—6).
- [12] Ljuljka, B., 1966: Utjecaj strukturne neravnosti drva i laka na glatkoću površine, Drvna ind. 17 (11—12): 180—186.
- [13] Ljuljka, B., 1981: Opća problematika brušenja, Bilten ZIDI 9 (4): 1—8, Zagreb.
- [14] Mihevc, V., 1974: Vpliv hrapavosti brušenega lesa na sijaj površine obdelovanca obdelanega za nitroceluloznim lakom, Magistarski rad, Ljubljana.
- [15] Pahlitzsch, G. & Dziobek, K., 1959: Untersuchungen über das Bandschleifen von Holz mit geradliniger Schnittbewegung, Holz als Roh- und Werkstoff, 17 (4): 121—134.
- [16] Pahlitzsch, G. & Dziobek, K., 1961: Meßverfahren und Beurteilungsmethoden für bandgeschliffene Hölzer, Holz Roh und Werk. 19 (10): 403—417.
- [17] Pahlitzsch, G. & Dziobek, K., 1961: Über das Wesen der Abstumpfung von Schleifbändern beim Bandschleifen von Holz, Holz als Roh und Werkstoff 10 (4): 136—149.
- [18] Pahlitzsch, G. & Dziobek, K., 1962: Einflüsse der Bearbeitungsbedingungen auf die Güte vorgeschliffener Holzoberflächen, Holz als Roh und Werkstoff 20 (4): 125—137.
- [19] Pahlitzsch, G. & Dziobek, K., 1965: Die Beurteilung bearbeiteter Holzoberflächen (I), Holztechnologie 6 (3): 153—160.
- [20] Pahlitzsch, G. & Dziobek, K., 1965: Die Beurteilung bearbeiteter Holzoberflächen (II), Holztechnologie 6 (4).
- [21] Pahlitzsch, G., 1970: Internationaler Stand der Forschung auf dem Gebiet des Schleifens von Holz, Holz als Roh- und Werkstoff 28 (9): 239—343.
- [22] Peters, C. & Cumming, J. D., 1970: Measuring wood surfaces smoothness: A review, Forest Prod. Jour. 20 (12): 40—43.
- [23] Peters, C. & Mergen, A., 1971: Measuring wood surface smoothness: A proposed method, Forest Prod. Jour. 21 (7): 28—30.
- [24] Potrebić, M., Mihailović, M., 1968: Rapavost površine drveta brušenog na cilindričnoj brusilici sa oscilacijama valjka i bez njih, Šumarstvo (7—8): 25—32.
- [25] Potrebić, M., 1974: Početna rapavost površine nekih glavnih vrsta furnira, Glasnik Šum. fakulteta No. 46, Beograd.
- [26] Potrebić, M., 1974: Teorijske postavke i osnovni merni sistemi za merenje rapavosti površine drveta; Glasnik Šum. fakulteta No. 46, Beograd.
- [27] Potrebić, M., 1975: Brušenje drveta — zavisnost između krupnoće brusnog zrna i rapavosti površine drva, Glasnik Šum. fakulteta u Beogradu No. 48.
- [28] Premelić, Z., 1981: Brušenje masivnog drva i furniranih ploča u drvnoj industriji, Bilten ZIDI 9 (4): 23—37, Zagreb.
- [29] Ridić, T., 1987: Uticaj brušenja na kvalitetu površine i površinsku obradu nitroceluloznim lakovima, Magistarski rad, Šumarski fakultet Zagreb.
- [30] Ruß, W. & Zumppe, W., 1974: Zur Bewertung der Oberflächengüte von Möbeln, Holztechnologie 15 (4).
- [31] Schmutzler, W., 1967: Der Einsatz von Breitband-Kontaktschleifmaschinen für furnierte Platten, Holz als Roh und Werkstoff 25 (12): 446—452.
- [32] Sparkes, A. J., 1972: The measurement of surface smoothness, FIRA research journal, No. 1, July 1972.
- [33] Sparkes, A. J.: Sanding and finishing.
- [34] Sparkes, A. J.: 1974: Surface quality, FIRA Bulletin 14 (45): 17—18.
- [35] Steiner, A., 1986: Proizvodnja i primjena brusnih materijala, Sažeci iz predavanja u okviru Savjetovanja o površinskoj obradi drva, Slavonski Brod 1986. g.
- [36] Stewart, H. A. & Crist, J. B., 1982: SEM examination of subsurface damage of wood after abrasive and knife planning; Wood Sci. 14 (3): 106—109.
- [37] Stumbo, D. A., 1960: Surface-texture measurements for quality and production control, Forest Prod. Jour. 10 (2): 122—124.
- [38] Stumbo, D. A., 1963: Surface texture measurement methods, Forest Prod. Jour., July: 299—304.

Recenzent: prof. dr. Boris Ljuljka

Prilog istraživanju postupka čeonog glodanja za obradu ravnih ploha

RESEARCH IN THE APPLICATION OF FRONT MILLING TO THE PROCESSING OF PLAIN SURFACES

Prof. dr. **Vlado Goglia**, dipl. ing.
Sumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Antun Šoštarić, dipl. ing.
»Brest« Cerknica, Slovenija

UDK 630*823.1

Prispjelo: 16. srpnja 1992.
Prihvaćeno: 4. studenoga 1992.

Izvorni znanstveni rad

S a ž e t a k

U radu se istražuje mogućnost primjene čeonog glodanja za obradu ravnih ploha. Postupak čeonog glodanja ispitivan je na stroju »Rotoles« 130 2V. Tokom ispitivanja mjerena je snaga rezanja, posmična brzina, debljina obratka prije i poslije glodanja. Nakon ispitivanja određene su ovisnosti snage rezanja i jedinične energije o posmičnoj brzini. Utvrđena je i ovisnost odstupanja debljine obratka o posmičnoj brzini i isto tako ovisnost hrapavosti površine o posmičnoj brzini.

Ključne riječi: čeonog glodanje, obrada ravnih ploha, jedinični energetske normativi, hrapavost.

S u m m a r y

The paper deals with the possibility of applying front milling in processing of plain surfaces. The front milling process has been studied on a Rotoles 130 2V milling machine. During the tests cutting force, feed speed and workpiece height before and after milling were measured. Consequently the influence of the feed speed on the cutting force and the specific cutting energy was determined. The relationship between the workpiece height deviation and the feed speed, and the surface roughness and the feed speed have also been determined.

Key words: Front milling, plane surface machining, specific cutting energy, roughness.

1. UVOD

Za obradu ravnih ploha pri izradi drvnih proizvoda redovito se koristilo postupkom obodnog glodanja, poznatim u području drvnih tehnologija kao postupak blanjanja. Razumljivo je da je završna obrada takvih ploha obavljena postupkom plošnog brušenja. Pri obradi metala za obradu ravnih ploha redovito se koristilo postupkom čeonog glodanja. U posljednje vrijeme sreću se pokušaji uvođenja postupka čeonoga glodanja i pri obradi ravnih ploha drvnih proizvoda. U radu se osvrće na mogućnost primjene čeonoga glodanja u spomenute svrhe te iznose rezultati istraživanja provedena na stroju »Rotoles« 130 2V.

2. SVRHA ISTRAŽIVANJA

Mjerenja su obavljena s ciljem da se javnosti približe novi ponuđeni postupci obrade ravnih ploha i upozori na neke probleme koji se mogu očekivati pri uporabi takvih strojeva, te da se uputi na neke nedostatke postojećih strojeva za obradu drva postupkom čeonog glodanja. Nastojanja su usmjerena na sljedeće probleme:

- a) kinematiku čeonoga glodanja,
- b) sile koje se pojavljuju na reznjoj oštrici pri rezanju čeonim glodanjem te njihovo uravnoteženje,
- c) kvalitetu ravnih ploha dobivenih obradom postupkom čeonog glodanja.

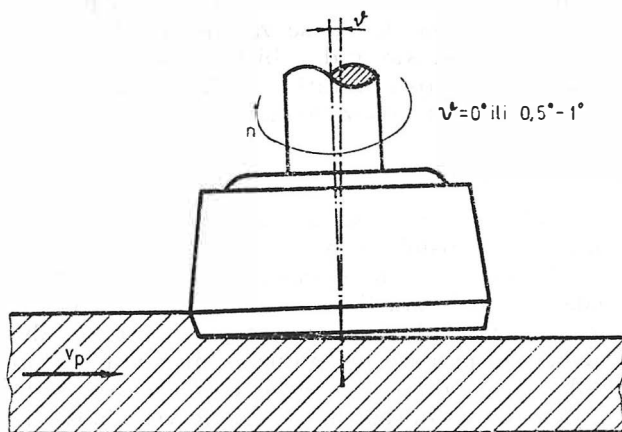
3. TEORIJSKI OSVRT NA POSTUPAK OBRADBE ČEONIM GLODANJEM

Teorijske osnove obrade čeonim glodanjem sadrže razmatranje osnovnih kinematskih veličina i odnosa, razmatranje strugotine koja se pritom pojavljuje, proučavanje sila na reznjoj oštrici, utvrđivanje energetske normativne te ustanovljivanje kvalitete površine ravnih ploha.

a) Kinematika čeonoga glodanja

Čeonog glodanje je postupak obradbe u kojem je zahvat između alata i obratka takav kakav je shematski prikazan na slici 1. Osnovno gibanje izvodi alat jednolikom kutnom brzinom. Pomoćno ili posmično gibanje je jednoliko pravocrtno gibanje okomito na os rotacije alata koje uz os-

novno gibanje može izvoditi alat ili obradak. Zahvat nastaje na »čelu« alata, odakle i naziv čeonog glodanja.



Slika 1. Shematski prikaz čeonog glodanja
Fig. 1. Scheme of the front milling process

Na obodu radne glave redovito se nalazi više reznih oštrica. Glavna brzina, tzv. brzina rezanja, jednaka je obodnoj brzini radne glave i iznosi

$$v_0 = D\pi n \text{ m/s} \quad (1)$$

gdje je:

- D — promjer radne glave, m
- n — frekvencija vrtnje radne glave, s⁻¹

Frekvencija zahvata reznih bridova dobiva se iz relacije:

$$z_s = n \cdot i \text{ s}^{-1} \quad (2)$$

gdje je:

- i — broj reznih oštrica na obodu radne glave.

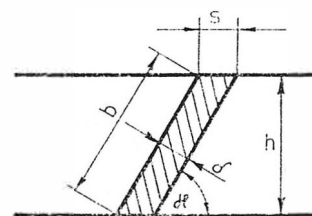
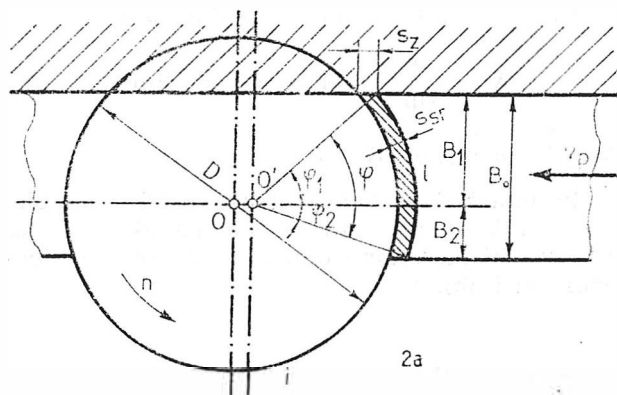
Uz pretpostavljenu posmičnu brzinu v_p i navedeni odnos glavnog i posmičnog gibanja, presjekom strugotine ravninom paralelnom s posmičnom brzinom na bilo kojem mjestu dobiva se pomak po reznom bridu ili kraće posmik s_z . Veličina posmika određena je odnosom posmične brzine i frekvencije zahvata zubi, odnosno:

$$s_z = \frac{v_p}{z_s} = \frac{v_p}{i \cdot n} \text{ mm} \quad (3)$$

Za dalja razmatranja važno je odrediti površinu presjeka strugotine te srednju debljinu strugotine, budući da o tim veličinama ovise sile na reznoj oštrici, a time i sve ostale veličine koje proizlaze iz njih. U tu svrhu razmotrit će se zahvat čeonog glodanja projiciran u ravnini obrade (slika 2).

Na slici 2. naznačene veličine imaju sljedeća značenja:

- D — promjer alata
- n — frekvencija vrtnje radne glave
- i — broj reznih bridova na obodu radne glave



Slika 2. Zahvat čeonog glodanja projiciran u ravnini obrade (a) i površina presjeka strugotine (b)
Fig. 2. Front milling projection into the processed plain (a) and a chip cross cut (b)

- s_z — posmik
- B_0 — širina obratka
- B_1 — širina zahvata do osi rotacije alata
- B_2 — širina zahvata od osi rotacije alata
- v_p — posmična brzina
- s_{sr} — srednji posmik (u ravnini okomitoj na brzinu rezanja)
- ϕ — kut zahvata
- ϕ_1 — kut zahvata do osi rotacije alata
- ϕ_2 — kut zahvata od osi rotacije alata
- l — duljina luka zahvata
- α — prisloni kut glavne rezne oštrice
- δ — debljina strugotine
- h — visina dodatka za obradu
- b — dužina reznog brida u zahvatu

Površinu presjeka strugotine na osnovi zadanih kinematskih odnosa moguće je izračunati iz sljedeće relacije (vidi sliku 2b):

$$A_s = b \cdot \delta \text{ mm}^2 \quad (4)$$

Nadalje je iz slike 2b vidljivo da je:

$$\sin \alpha = \frac{h}{b} \quad b = \frac{h}{\sin \alpha} \quad (5)$$

odnosno:

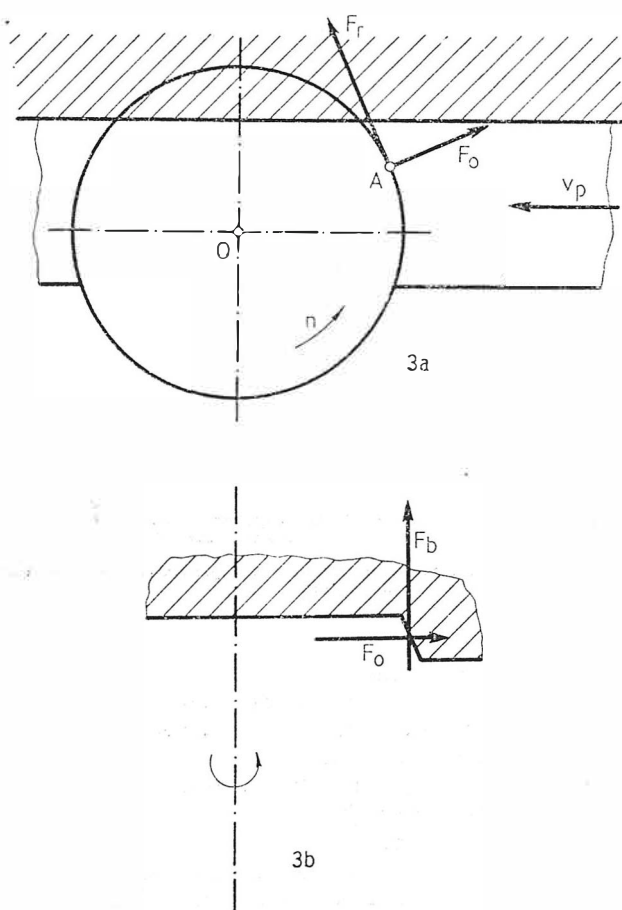
$$\sin \alpha = \frac{\delta}{s} \quad \delta = s \cdot \sin \alpha \quad (6)$$

Uvrštenjem (5) i (6) u (4) dobivamo:

$$A_s = \frac{h}{\sin \alpha} \cdot s \cdot \sin \alpha = h \cdot s \quad \text{mm}^2 \quad (7)$$

b) Sile na reznjoj oštrici

Promotri li se zahvat rezne oštrice na bilo kojem dijelu luka zahvata, sila na oštrici može se rastaviti na komponente u tri osnovna smjera (slika 3a i 3b).



Slika 3. Sile na reznjoj oštrici pri čeonom glodanju: F_r — sila rezanja, F_o — odzivna sila, F_b — bočna sila

Fig. 3. Cutting forces: F_r — cutting force, F_o — thrust force, F_b — lateral force

Pri tome se sile na reznjoj oštrici u promatranom trenutku mogu izraziti na sljedeći način:

$$F_r = k_s \cdot A_s \quad \text{N} \quad (8)$$

gdje je:

k_s — jedinični otpor rezanja, N/mm

$$F_o = C \cdot F_r$$

gdje je:

C — konstanta koja ovisi o stanju rezne oštrice; u području normalnog istrošenja iznosi 0,2 do 0,8.

Bočna sila na reznjoj oštrici ovisi o duljini zahvata pomoćne rezne oštrice, te o stupnju istrošenja bočne rezne oštrice. Budući da je ova sila okomita i na glavnu brzinu rezanja i na posmičnu brzinu, jasno je da se za njeno svladavanje neće trošiti nikakav rad, a bitna je jedino sa stanovišta stabilnosti obratka te kvalitete obrade, kako će to biti pokazano kasnije.

c) Snaga rezanja

Analizirat će se samo snaga rezanja s obzirom da je posmična brzina razmjerno mala. Iz istog razloga je i neto snaga posmičnog kretanja mala, pa se izostavlja iz razmatranja. Izvođenju snage glavnog kretanja pristupit će se na dva načina, što pomaže pri pronalaženju srednjeg posmika (s_{sr}), odnosno srednje debljine strugotine (δ_{sr}), bitnih za određivanje srednje vrijednosti jediničnog otpora rezanja. Snaga rezanja može se izraziti umnoškom radnje rezanja po jedinici volumena skinute strugotine i volumena te strugotine u jedinici vremena:

$$P_r = W_v \cdot V_s \quad \text{W} \quad (9)$$

gdje je:

W_v — radnja rezanja po jedinici volumena skinute strugotine, J/cm

V_s — volumen skinute strugotine u jedinici vremena, cm^3/s .

Nadalje je uz zadane kinematske odnose te uz zadane odnose dimenzija radne glave i obratka moguće pokazati da je:

$$V_s = v_p \cdot B \cdot h \quad \text{cm}^3/\text{s} \quad (10)$$

Poznato je i može se pokazati da je radnja rezanja po jedinici volumena skinute strugotine jednaka jediničnom otporu rezanja. Ako se to ima u vidu te ako se (3) i (10) uvrsti u (9), proizlazi da je:

$$P_r = k_s \cdot s_z \cdot i \cdot n \cdot B_0 \cdot h \quad \text{W} \quad (11)$$

Isto se tako snaga rezanja može odrediti iz umnoška obodne brzine i obodne sile, odnosno:

$$P_r = F_o \cdot v_0 \quad \text{W} \quad (12)$$

Obodna sila može se odrediti iz umnoška srednje sile rezanja koja se pojavljuje na cijeloj duljini luka zahvata i broja reznih bridova koji se istovremeno nalaze u zahvatu:

$$F_o = F_{sr} \cdot z_z \quad \text{N} \quad (13)$$

gdje je:

F_{sr} — srednja sila rezanja ($F_{sr} = k_s \cdot A_{sr}$)

z_z — broj reznih bridova istovremeno u zahvatu.

Broj reznih bridova istovremeno u zahvatu dobiva se iz odnosa duljine luka zahvata i lučne udaljenosti dva uzastopna rezna brida:

$$z_z = \frac{l}{t} = \frac{l}{\frac{D\pi}{i}} = \frac{l \cdot i}{D \cdot \pi} \quad (14)$$

Duljinu luka zahvata izračunavamo preko kuta φ , tj.:

$$l = \frac{D\pi}{2\pi} \cdot \varphi = \frac{D}{2} \cdot \varphi \quad \text{mm} \quad (15)$$

Iz slike 2a vidljivo je da je $\varphi = \varphi_1 + \varphi_2$, nadalje se može napisati da je:

$$\sin \varphi_1 = \frac{2B_1}{D} \text{ iz čega slijedi } \varphi_1 = \arcsin \frac{2B_1}{D}$$

nadalje je:

$$\sin \varphi_2 = \frac{2B_2}{D} \text{ odnosno } \varphi_2 = \arcsin \frac{2B_2}{D}$$

Uvrštenjem u (15) dobivamo:

$$l = \frac{D}{2} \left(\arcsin \frac{2B_1}{D} + \arcsin \frac{2B_2}{D} \right) \quad \text{mm} \quad (16)$$

Uvrštenjem (16), (14) i (13) u (12) i sređenjem dobiva se:

$$P_r = k_s \cdot s_{sr} \cdot h \cdot \frac{D}{2} \cdot i \cdot n \cdot A \quad \text{W} \quad (17)$$

gdje je:

$$A = \left(\arcsin \frac{2B_1}{D} + \arcsin \frac{2B_2}{D} \right)$$

Izjednačenjem (17) i (11) te sređenjem proizlazi:

$$s_{sr} = \frac{2B_0 \cdot S_z}{D \left(\arcsin \frac{2B_1}{D} + \arcsin \frac{2B_2}{D} \right)} \quad \text{mm} \quad (18)$$

Srednja debljina strugotine, bitna za utvrđivanje jediničnog otpora rezanja dobiva se iz relacije:

$$\delta_{sr} = s_{sr} \cdot \sin \kappa \quad \text{mm} \quad (19)$$

d) Kvaliteta ravnine obrade

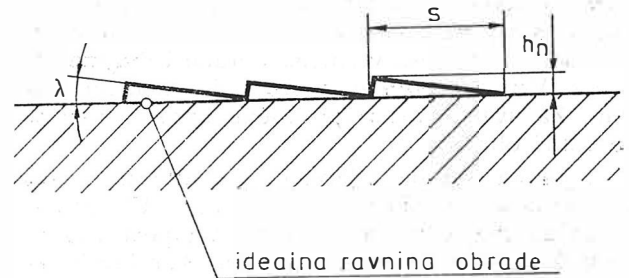
Teorijska se kvaliteta ravnine obrade može prikazati promatranjem zahvata bočne rezne oštrice. Zahvat bočne rezne oštrice prikazan je na slici 4.

Oznake na slici 4. imaju sljedeće značenje:

s — posmik u promatranom presjeku

λ — kut nagiba bočne rezne oštrice (obično $\pi/2 - \kappa$)

h_n — teorijska visina neravnina na ravnini obrade



Slika 4. Shematski prikaz zahvata bočne rezne oštrice

Fig. 4. Cut scheme — side cutting edge

Iz prikaza na slici 4. očito je:

$$\sin \lambda = \frac{h_n}{s}$$

odnosno

$$h_n = s \cdot \sin \lambda \quad \text{m} \quad (20)$$

Na osnovi (20) može se zaključiti da će se visine neravnina mijenjati tijekom luka zahvata te će maksimalnu vrijednost poprimiti na mjestu maksimalne vrijednosti posmika s . Maksimalna vrijednost posmika je upravo s_z , pa će maksimalna teorijska visina neravnine iznositi:

$$h_{n \max} = s_z \cdot \sin \lambda \quad \text{m} \quad (21)$$

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA NA ČEONOJ GLODALICI »Rotoles« 130 2V

Mjerenja su obavljena na dvostranoj čeonj glodalici »Rotoles« 130 2V. Jedna je radna glava smještena s bočne strane, a druga s donje strane obratka. Radne glave imaju po četiri rezne oštrice. Frekvencija vrtnje radne glave je 6150 min^{-1} . Pogoni se elektromotorom nazivne mehaničke snage 7,5 kW, frekvencije vrtnje 2910 min^{-1} . U radno vreteno je bio pritegnut alat sljedećih karakteristika:

- promjer radne glave 175 mm
- geometrija rezne oštrice:
 - prednji kut $\gamma = 15^\circ$
 - kut klina $\beta = 57^\circ$
 - stražnji kut $\alpha = 18^\circ$
 - prikloni kut glavne i sporedne rezne oštrice $\kappa = \lambda = 89,4^\circ$
- četiri rezne oštrice
- greška u podešavanjima reznih oštrica (mjerena komparatorom s podjelom skale 0,01 mm) 0,12 mm
- duljina reznog brida 14 mm.

a) Mjerenja osnovnih kinematskih i energetske pokazatelja

Mjerenja su obavljena pri obradi jasenovih elemenata duljine 650 mm, širine 71 mm i približne debljine 28 mm (točne dimenzije za svaki

obradak dane su u tablici I). Mjerilo se pri tri razine posmičnih brzina. Posmična brzina određivana je iz odnosa vremena obrade i duljine obratka. Vrijeme obrade mjereno je zapornim satom. Za svaku razinu posmične brzine mjerena su četiri obratka.

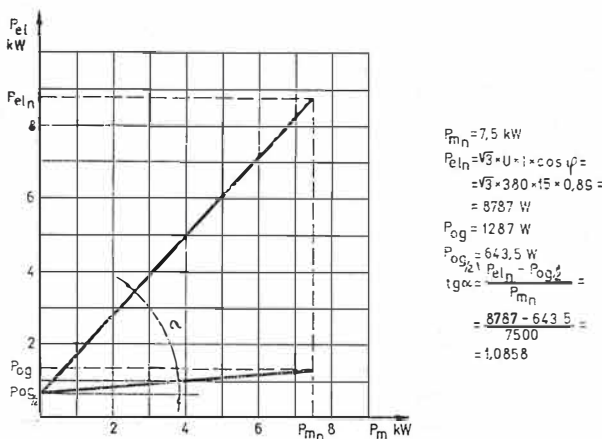
Tijekom obrade mjerena je električna snaga pri rezanju jednofaznim vatmetrom. Ukupna električna snaga računana je uz pretpostavku simetričnog opterećenja po fazama. Karakteristike elektromotora bile su kako slijedi:

- nazivna mehanička snaga 7,5 kW
- frekvencija vrtnje 2910 min⁻¹
- napon među fazama 380 V
- nazivna jakost struje 15 A
- cos φ = 0,89.

Na osnovi navedenih podataka nacrtan je približni pogonski dijagram elektromotora (slika 5). Iz iskazanih podataka izračunana je jednadžba pravca približne pogonske karakteristike elektromotora, oblika:

$$P_{in} = \frac{P_{el} - 643,5}{1,086} \quad W \quad (22)$$

Izmjerena je električna snaga vlastitih otpora te je na osnovi nje iz (22) određena mehanička snaga vlastitih otpora. Snaga rezanja određivana je na osnovi izmjerene električne snage, pripadne mehaničke snage umanjene za mehaničku snagu vlastitih otpora, kako to pokazuje slika 5.



Slika 5. Približni pogonski dijagram elektromotora

Fig. 5. Electric motor operation characteristics diagram

Izvodom se može pokazati, kako je to ranije već učinjeno, da se srednja debljina strugotine za promatrani slučaj može odrediti iz relacije:

$$s_{sr} = \frac{2B_0 \cdot s_z}{D \left(\arcsin \frac{2B_1}{D} - \arcsin \frac{2(B_1 - B_0)}{D} \right)} \quad \text{mm} \quad (23)$$

odnosno:

$$\delta_{sr} = s_{sr} \cdot \sin \alpha \quad \text{mm} \quad (24)$$

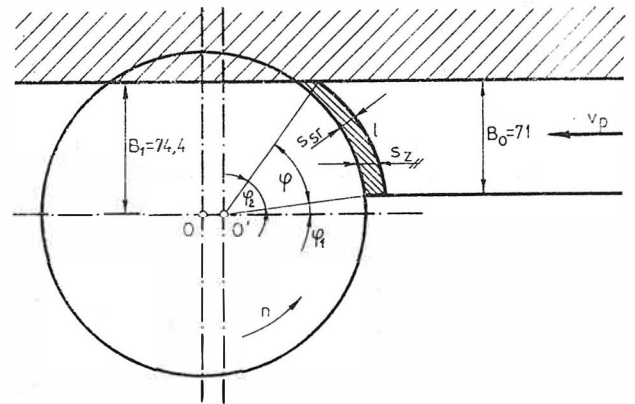
Budući da je $\alpha = 89,4^\circ$ to se može napisati:

$$\delta_{sr} \approx s_{sr}$$

Za promatrani slučaj:

$$\delta_{sr} \approx 0,84 \cdot s_z \approx 0,84 \cdot \frac{v_p}{n \cdot i} \quad \text{mm} \quad (25)$$

Shematski prikaz zahvata radne glave i obratka dan je na slici 6.



Slika 6. Shematski prikaz zahvata radne glave i obratka u promatranom slučaju

Fig. 6. Cut scheme — cutting head and workpiece in contact

Kroz čitavu duljinu luka zahvata rezalo se u poprečno-uzdužnom smjeru. Podaci dobiveni mjerenjima sadržani su u tablici I. i tablici II. Za svaku razinu posmične brzine računana je srednja vrijednost na osi koje se dalje računala srednja debljina strugotine.

Podaci mjerenja prikazani su u tablici III. i tablici IV.

PODACI O MJERENJIMA BRZINE POSMAKA I ELEKTRICNE SNAGE REZANJA

Tablica I.

FEED SPEED AND ELECTRIC CUTTING POWER MEASUREMENT DATA

Table I.

Razina brzine	Mjerenje broj	Vrijeme obrade s	Ukupna el. snaga W	Srednja v _p m/min
I	1	6,3	1300	6,43
	2	6,0	1250	
	3	6,0	1400	
	4	6,0	1400	
II	1	3,4	1500	11,15
	2	3,5	1550	
	3	3,6	1650	
	4	3,5	1550	
III	1	2,8	1800	14,46
	2	2,8	1650	
	3	2,7	1600	
	4	2,5	1650	

PODACI O MJERNJIMA DEBLJINE OBRATKA PRIJE I POSLIJE OBRADJE

Tablica II.

WORKPIECE HEIGHT BEFORE AND AFTER MILLING

Table II.

Razina brzine	Mjerenje broj	Debljina prije obrade cm	Debljina poslije obrade cm	Volumen strug. cm ³	Volumen strug. u jed. vremena cm ³
I	1	2,90 — 2,87	2,19 — 2,72	198,65	24,71
	2	2,88 — 2,89	2,81 — 2,50	106,25	
	3	2,93 — 2,88	2,67 — 2,54	138,59	
	4	2,91 — 2,89	2,65 — 2,47	157,07	
II	1	2,93 — 2,89	2,55 — 2,75	120,11	35,14
	2	2,87 — 2,90	2,67 — 2,49	140,90	
	3	2,89 — 2,95	2,49 — 2,80	127,04	
	4	2,86 — 2,90	2,48 — 2,83	103,94	
III	1	2,83 — 2,82	2,54 — 2,80	71,61	40,63
	2	2,86 — 2,90	2,51 — 2,80	103,94	
	3	2,82 — 2,89	2,49 — 2,55	154,76	
	4	2,87 — 2,88	2,50 — 2,78	108,56	

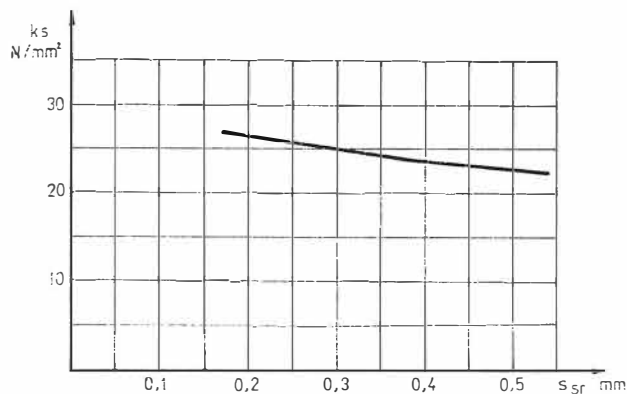
ZBIRNI PODACI REZULTATA MJERENJA

Tablica III.

SUMMARIZED MEASUREMENT DATA

Table III.

Razina brzine	Srednja brzina pomaka m/min	Srednji volumen strugotine/vrijeme cm ³ /s	Srednja el. snaga W	Srednja snaga rezanja W
I	6,43	24,71	1337,5	619,9
II	11,15	35,14	1562,5	825,2
III	14,46	40,63	1765,0	921,3



Slika 7. Ovisnost jediničnog otpora rezanja o posmičnoj brzini

Fig. F. Relationship between the specific cutting force and the feed speed

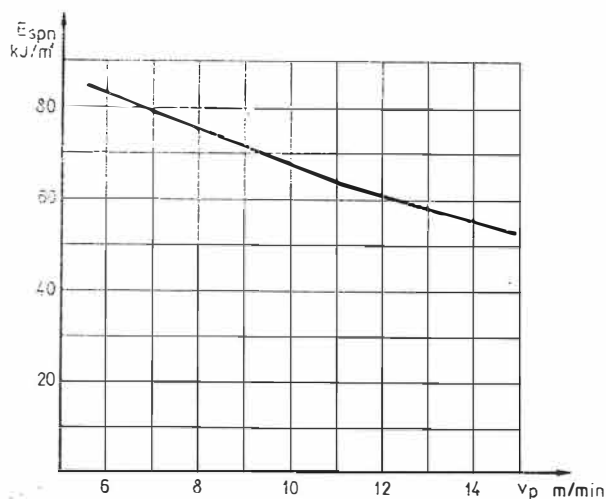
ZBIRNI PODACI REZULTATA MJERENJA

Tablica IV.

SUMMARIZED MEASUREMENT DATA

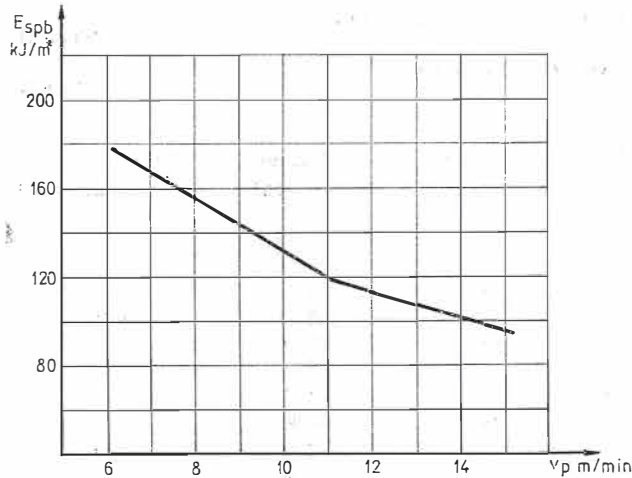
Table IV.

Srednja brzina	Srednja debljina strugotine mm	Srednji satni učin m ³ /h	Jed. otpor rezanja N/mm ²	Jed. en. bruto kJ/m ²	Jed. en. neto kJ/m ²
I	0,22	27,4	25,1	175,7	81,45
II	0,38	47,5	23,5	118,4	62,54
III	0,49	61,6	22,7	97,9	53,84



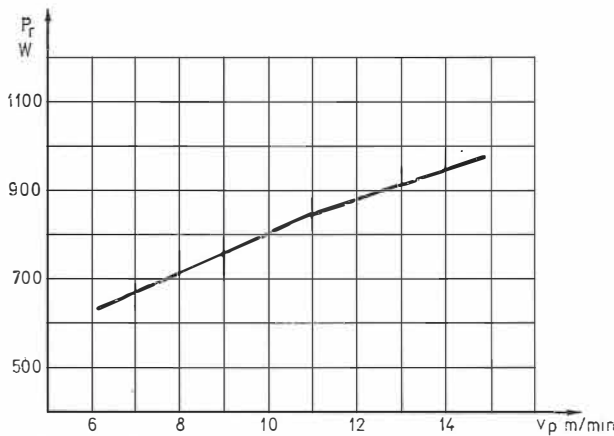
Slika 8. Ovisnost jedinične energije rezanja o posmičnoj brzini

Fig. 8. Relationship between the specific work done in cutting and the feed speed



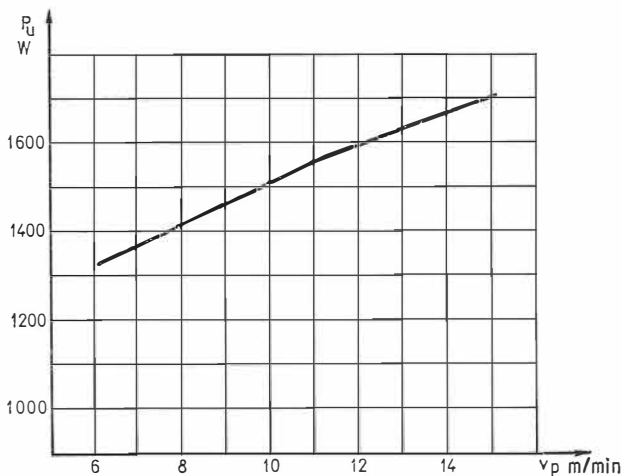
Slika 9. Ovisnost jedinične energije bruto o posmičnoj brzini

Fig. 9. Relationship between the gross specific cutting energy and the feed speed



Slika 10. Ovisnost snage rezanja o posmičnoj brzini

Fig. 10. Relationship between the cutting power and the feed speed



Slika 11. Ovisnost ukupne snage o posmičnoj brzini

Fig. 11. Relationship between the total power and the feed speed

b) Mjerenje geometrijskih pokazatelja kvalitete obrade

Ovim mjerenjima obuhvaćeno je mjerenje visina neravnina od idealne ravnine obrade i mjerenje odstupanja debljine obrađenih uzoraka. Mjerenje visina neravnina izvršeno je pomoću komparatora s podjelom skale 0,01 mm, dok je odstupanje debljine obrađenih uzoraka obavljeno pomičnim mjerilom.

Kontrolom visina neravnina ustanovljeno je da porastom posmične brzine dolazi do povećanja visina neravnina. Izmjerena maksimalna odstupanja dana su u tablici V.

VRIJEDNOSTI MAKSIMALNIH ODSUPANJA OD IDEALNE RAVNINE OBRADNE

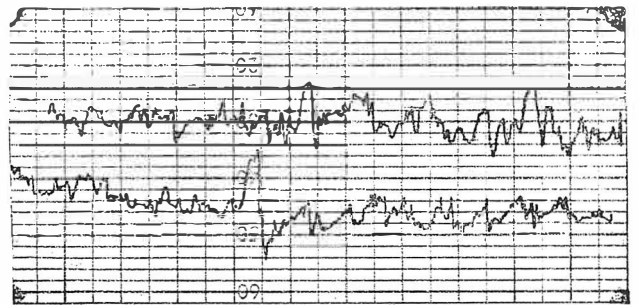
Tablica V.

MAXIMUM DEVIATIONS FROM THE IDEAL CUTTING SURFACE

Table V.

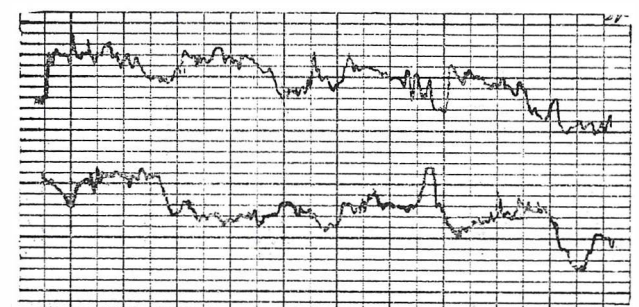
Razina brzine	Vrijednost maksimalnog odstupanja mm
I	0,09
II	0,12
III	0,16

Izmjerena je mikrohrapavost na duljini od 10 mm pomoću instrumenata »Talysurf 10«. Rezultate mjerenja pri minimalnoj i maksimalnoj brzini pomaka pokazuju slika 12. odnosno slika 13.



Slika 12. Mikrohrapavost izmjerena pri maksimalnoj posmičnoj brzini na duljini od 10 mm

Fig. 12. Microroughness measured at the maximum feed speed over a 10 mm distance



Slika 13. Mikrohrapavost izmjerena pri minimalnoj posmičnoj brzini na duljini od 10 mm

Fig. 13. Microroughness measured at the minimum feed speed over a 10 mm distance

5. ANALIZA MJERNIH REZULTATA

Mjerenja osnovnih energetskih pokazatelja pokazuju da se jedinični otpor rezanja i jedinični energetski normativi bitno ne razlikuju od istih veličina pri obradi ravnih ploha obodnim glodanjem (blanjanjem). Stoga bez obzira na nešto više vrijednosti, ne može se kazati da bi ovi pokazatelji bili bitni pri donošenju odluke o izboru opreme.

Mjerenje geometrije alata upućuje na veoma male vrijednosti prislona kuta bočne rezne oštrice, što zasigurno mora izazvati probleme pri većim istrošenjima bočne rezne oštrice. Pritom se prvenstveno misli na opasnost od »propaljivanja« plohe rezanja.

Mjerenja mikrohrapavosti pokazuju da ne postoji njihova bitna razlika pri minimalnim i maksimalnim posmičnim brzinama kod kojih su obavljena mjerenja. Razlog tome je i veoma mala vrijednost prislona kuta bočne rezne oštrice. S obzirom da je, kako je već ranije spomenuto, greška u podešavanju reznih oštrica 0,12 mm, to najistaknutija rezna oštrica služi kao »čistač« ravnine obrade. Stoga se teoretska hrapavost ne može računati preko relacije (21), već prema:

$$h_{\max} = s_0 \cdot \sin \lambda \quad \text{mm} \quad (24)$$

gdje je:

s_0 — pomak po okretaju

Teoretska se hrapavost u određenoj točki luka zahvata pri kutu zahvata može izračunati približno iz relacije:

$$h_n = s'_0 \cos \varphi' \cdot \sin \lambda \quad (25)$$

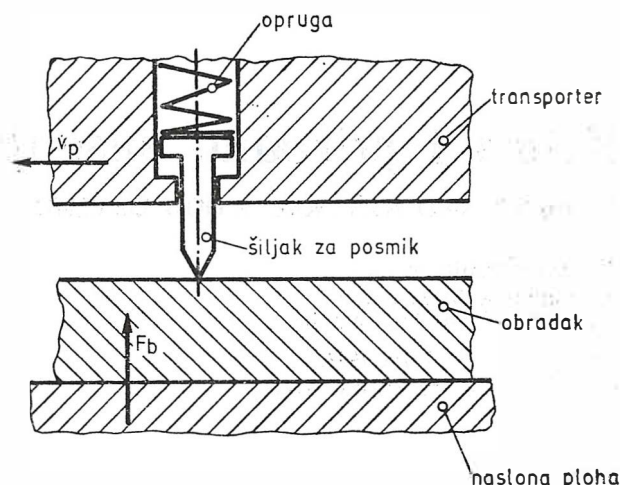
Poseban se problem pokazao pri mjerenju razlike u debljini (visini) obratka nakon obrade. Srednja vrijednost odstupanja u visini pri raznim posmičnim brzinama pokazuje tablica VI.

SREDNJA VRIJEDNOST ODSTUPANJA VISINE OBRATKA
Tablica VI.
MEAN VALUE OF THE WORKPIECE HEIGHT DEVIATION
Table VI.

Razina brzine	Prosječna brzina m/min	Srednje h mm
I	6,43	2,87
II	11,15	2,60
III	14,46	2,23

Za sada ne možemo objasniti pad srednjeg odstupanja visine porastom posmične brzine, ali je lako objašnjiva pojava ovako velikih odstupanja. Naime, premalo je pažnje posvećeno analizi sila rezanja te njihovu uravnoteženju. Bočnu silu rezanja označenu na slici 3b kao F_b preuzimaju opružno ovješeni šiljci shematski prikazani na slici 14.

Opruge koje pritiskuju šiljke za posmik na obradak male su krutosti te se kod rezanja zbog



Slika 14. Shematski prikaz pomaka obratka

Fig. 14. Scheme of workpiece feed

pojave bočne sile ugibaju i povećavaju debljinu obratka.

6. ZAKLJUČAK

Iz obavljenog istraživanja te analize rezultata mjerenja može se zaključiti da ponuđena rješenja za obradu ravnih ploha postupkom čeonog glodanja mogu biti zamjena za postupak obodnog glodanja, koje se do sada uglavnom primjenjivalo u te svrhe. Posebnu pogodnost postupak čeonog glodanja daje pri obradi elemenata s greškama (kvrgama) te pri obradi ploča većih širina, dobivenih širinskim lijepljenjem užih elemenata. Energetski normativi po jedinici obrađene ploštine su kod oba postupka kvantitativno usporedivi.

Probleme u primjeni treba očekivati u svezi s malim vrijednostima prislona kuteva bočnih reznih oštrica zbog opasnosti od propaljivanja obradne površine. Veće vrijednosti prislona kutova bočnih reznih oštrica uzrokuju veću hrapavost površina. Osim toga, sadašnja rješenja posmičnog sustava ne osiguravaju stalnu visinu obratka, što je sigurno najveći nedostatak ispitivanog stroja. No, na tom području treba očekivati nova, poboljšana rješenja.

LITERATURA

- [1] Acherkan, N.: Machine Tool Design. Mir publishers, Moskva 1982.
- [2] Golja, V.: Mjerni lanci kod optimizacije režima rada na strojevima s konstantnom glavnom brzinom rezanja. Zbornik radova XII. jugoslavenskog simpozijuma o mjerenjima i mjernoj opremi, Beograd 1986, str. 943–949.
- [3] Mikolašik, L.: Drevarske stroja a zaviedenia. SNTL nakladatelstvi tehnicke literatury, Praha 1981.
- [4] Postnikov, S.: Mašine za mehaničku obradu drva — II. dio. Univerzitet u Sarajevu 1965.
- [5] Prošek, S.: Obrabeni dreva a novych hmot za dreva. SNTL nakladatelstvi tehnicke literatury, Praha 1982.
- [6] Šavar, Š.: Obrada odvajanjem čestica. Sveučilišna naklada Liber, Zagreb 1977.
- [7] Zdenković, R.: Atlas alatnih strojeva. Sveučilišna naklada Liber, Zagreb 1975.
- [8] Zdenković, R.: Obrada metala skidanjem. Sveučilišna naklada Liber, Zagreb 1965.

Recenzent: Prof. dr. Stanislav SEVER

Klima i prirodno sušenje drva

CLIMATE AND NATURAL WOOD DRYING

Tomislav Dimitrov

Hidrometeorološki zavod
Republike Hrvatske, Zagreb

Prispjelo: 17. svibnja 1992.

Prihvaćeno: 4. studenoga 1992.

UDK 630*847

Prethodno priopćenje

Sažetak

Prvi put je i veoma sažeto prikazan izvod iz opsežne studije »Klima i prirodno sušenje drva« (Dimitrov, 1989, rukopis). Prirodno sušenje drva promatrano je isključivo sa stajališta meteorologije. Na osnovi 20-godišnjih nizova meteoroloških elemenata — temperature znaka i relativne vlage znaka sa 109 meteoroloških postaja na području Republike Hrvatske i nekadašnjih republika bivše Jugoslavije i pomoću Loughborough-Keylwerthova grafikona izrađene su tablice mjesečnih vrijednosti ravnotežnih sadržaja vode u drvu. Prema tim tablicama izrađene su originalne prostorne razdiobe ravnotežnog sadržaja vode u drvu za pojedine mjesce i prosječne godišnje za cijelo 20-god. razdoblje istraživanja. Izolimije su nazvane »lignoizohigrama« po prof. dr. J. Krpanu (1965).

Gljučne riječi: klima — prirodno sušenje drva — tablice i karte lignoizohigra — ravnotežni sadržaj vode u drvu — kolebanje.

Summary

The paper offers, for the first time, a condensed presentation of the work »Climate and Natural Wood Drying« (Dimitrov, 1989, manuscript). Natural wood drying is discussed from the meteorological standpoint only. Tables of monthly average values of equilibrium moisture content of wood were drawn up following the Loughborough-Keylwerth diagram combined with 20-year series of meteorological values (air temperature and relative humidity) taken at 109 meteorological observatories in Croatia and other republics of former Yugoslavia. The tables provide the basis for original maps of regional distribution of monthly equilibrium moisture contents and the annual average for the overall 20-year period. The isolines are termed »lignoishygres« following J. Krpan (1965).

Key words: Climate, natural wood drying, lignoishygres, equilibrium moisture content of wood, oscillation.

1. UVOD

Naša i strana literatura o teorijskim i praktičnim istraživanjima prirodnoga sušenja drva veoma je bogata i neprestano se razvija.

U nas su zapažene radove o prirodnom sušenju drva objavili S. Frančišković (1951), M. Ilić (1965, 1966, 1987), Z. Pavlin (1963, 1968, 1971, 1973, 1981, 1987), a osobito iscrpno J. Krpan (1953, 1957, 1963, 1965). J. Krpan, uz ostalo, u procesu prirodnoga sušenja drva pozornost obraća i meteorološkim parametrima te povlači lignoizohigre na području bivše SFRJ. Od stranih autora najvažniji su F. Kollmann (1936, 1942, 1952, 1955), R. Keylwerth (1950, 1952), K. Loughborough (1934) i drugi, koji su mnogobrojnim istraživačkim radovima odredili osnovne spoznaje o procesima prirodnoga sušenja drva.

Po tradiciji, prirodno sušenje drva provodilo se u nas svuda u pogonima prerade drva, a u

* Prof. dr. S. Bertoviću, mr. J. Milković i dipl. ing. A. Brataniću zahvaljujem na savjetima, sugestijama i dopunama prilikom pregleda cjelokupnog materijala. Prof. dr. S. Bertoviću posebno zahvaljujem na podršci i redakciji ovog rada.

energetskoj krizi opet je aktualno. Prema statističkom godišnjaku Jugoslavije (1990), broj proizvodnih organizacija drvne industrije te obrtništva u 1989. godini, za koje se može pretpostaviti da unutar svojih pogona uključuju i prirodno sušenje drva, za Hrvatsku je oko 2.440, a za područje bivše Jugoslavije oko 6.265. U ovoj je publikaciji prirodno sušenje drva promatrano isključivo sa stajališta meteorologije. Osnovni podaci za taj rad bile su karte J. Krpana (1963, u Ilić & Pavlin 1987), odnosno nedorečenost u vremenskoj i prostornoj razdiobi lignoizohigri na području bivše Jugoslavije.

Ishodišne vrijednosti vlage higroskopske ravnoteže u ovom radu temelje se na brojčanim podacima sa 109 meteoroloških postaja na području Republike Hrvatske i nekadašnjih republika bivše Jugoslavije. Za izradu mjesečnih karata prostorne razdiobe vrijednosti ravnotežnoga sadržaja u drvu, kao i za izradu karte s vrijednostima godišnjeg kolebanja ravnotežnog sadržaja vode u drvu, meteorološki su podaci uzeti iz publikacija »Meteorološki godišnjak I« (izdavač bivši Savezni hidrometeorološki zavod, Beograd, za pojedine godine od 1956. do 1975).

2. LIGNOIZOHIGRE NA PODRUČJU REPUBLIKE HRVATSKE I NEKADAŠNJIH REPUBLIKA BIVŠE JUGOSLAVIJE

2.1. Općenito o ravnotežnom sadržaju vode

Higroskopna tijela, u koje spada i mrtva drvna tvar, ako su neprestano izložena zraku, pri stalnoj temperaturi prilagođavaju svoju vlagu vlazi okolnog zraka. Određenoj relativnoj vlazi zraka pri stalnoj temperaturi odgovara određen postotak sadržaja vode u higroskopskom tijelu, koji se zove vlaga higroskopske ravnoteže ili ravnotežni sadržaj vode koju označavamo s u_r (Equilibrium). Higroskopsko tijelo zadržava ravnotežni sadržaj vode dok se ne promijeni relativna vlaga zraka ili temperatura zraka, ili i jedno i drugo. Pritom temperatura zraka manje utječe na sušenje ili vlaženje higroskopskog tijela nego relativna vlaga zraka. Ako drvo ima veći sadržaj vode (u_d) od ravnotežnog (u_r) suši se (desorpcija), a kad ima manji sadržaj vode od ravnotežnog vlaži se (adsorpcija), dok se ne uspostavi ravnoteža. To vrijedi samo unutar higroskopskog područja, odnosno ispod točke zasićenja vlakana, što za drvo iznosi oko 30% (od 20% do 40%).

2.2. Metoda rada

Ova je studija izvod iz rukopisa »Klima i prirodno sušenje drva« (Dimitrov, 1989, rukopis), koji je pripremljen za tisak kao opsežnija i dokumentiranija publikacija. S obzirom na ograničen prostor u ovom časopisu, izostavljeno je: opširno poglavlje o klimi s opisom odabranih meteoroloških parametara, koji su važni za prirodno sušenje drva, tablice o vlazi higroskopske ravnoteže u drvu za 104 meteorološke postaje i, napokon, 10 karata s mjesečnim lignoizohigrama na gore citiranom području u nadi da će cjelovita publikacija ugledati svjetlo dana u mirnim vremenima. Sav taj dokumentacijski, brojčani i kartografski, tematski materijal pohranjen je kod autora. Ipak, u svezi s tematikom članka i zbog općenita uvida u velike i važne klimatske razlike naših krajeva, priloženi su klimatski dijagrami (slika 1) izabranih meteoroloških postaja iz nekih najmarkantnijih bioklimata (po Bertoviću, u Makjanić 1990).

Za određivanje vremenske i prostorne razdiobe vlage higroskopske ravnoteže te njezina kolebanja za istraživano područje, sređeni su podaci sa 109 meteoroloških postaja (tablica I), iz 20-godišnjeg razdoblja mjerenja za ove meteorološke elemente:

- temperatura zraka (t) u °C
- relativna vlaga zraka (U) u %.

POPIS METEOROLOŠKIH POSTAJA ZA OBRADU 20-GODIŠNJIH NIZOVA OD 1956. DO 1975. GODINE

Tablica I.

LIST OF METEOROLOGICAL OBSERVATIONS CONSIDERED WHEN CALCULATING THE VALUES FOR THE PERIOD 1956—1975

Table I.

Redni broj	Naziv meteorološke postaje	Broj postaje	Nadmorska visina H_m
1.	Ljubljana-Bežigrad	015	299
2.	Šmartno pri Slovenjgradcu	021	452
3.	Celje	023	244
4.	Maribor	026	275
5.	Varaždin	033	167
6.	Križevci	035	155
7.	Koprivnica	038	141
8.	Palić	067	102
9.	Poreč	101	15
10.	Kopar-Semedela	102	33
11.	Ajdovščina	108	110
12.	Pazin	109	291
13.	Postojna	112	533
14.	Rijeka	113	104
15.	Crikvenica	118	2
16.	Novo Mesto	121	220
17.	Ogulin	122	328
18.	Karlovac	125	112
19.	Zagreb-Maksimir	130	123
20.	Sisak	133	98
21.	Bjelovar	138	141
22.	Daruvar	142	161
23.	Slavonski Brod	150	88
24.	Osijek	157	89
25.	Sombor	160	87
26.	Vrbas	165	87
27.	Novi Sad-Rimski Šančevi	168	86
28.	Bečej	170	78
29.	Zrenjanin	173	80
30.	Kikinda	174	81
31.	Vršac	183	83
32.	Pula	209	30
33.	Cres	210	5
34.	Mali Lošinj	214	53
35.	Rab	216	24
36.	Senj	218	26
37.	Zavižan	219	1594
38.	Pag	220	3
39.	Zadar-Grad	222	5
40.	Gospić	223	564
41.	Gračac	227	560
42.	Bihac	228	246
43.	Knin	232	234
44.	Drvar	234	485
45.	Sanski Most	237	158
46.	Banja Luka	242	153
47.	Jajce	243	430
48.	Bugojno	244	562
49.	Zenica	249	344
50.	Tuzla	257	305
51.	Loznica	262	121
52.	Sremska Mitrovica	266	81
53.	Valjevo	269	174
54.	Beograd	274	132
55.	Kragujevac	278	190
56.	Smederevska Palanka	279	121
57.	Veliko Gradište	285	82
58.	Negotin	295	42
59.	Šibenik	329	77
60.	Komiža	330	6
61.	Split-Marjan	334	122
62.	Hvar	335	20
63.	Sinj	336	308
64.	Livno	340	724
65.	Makarska	341	6
66.	Opuzen	342	2

Redni broj	Naziv meteorološke postaje	Broj postaje	Nadmorska visina H_{sm}
67.	Mostar	348	99
68.	Sarajevo	353	510
69.	Gacko	355	960
70.	Užička Požega	370	311
71.	Kraljevo	376	219
72.	Kuršumlija	382	380
73.	Kruševac	383	166
74.	Cuprija	384	123
75.	Niš	388	202
76.	Leskovac	389	224
77.	Zaječar	392	137
78.	Dimitrovgrad	397	446
79.	Rovinj	402	5
80.	Palagruža	432	98
81.	Vela Luka	436	30
82.	Lastovo	439	186
83.	Korčula	440	15
84.	Orebić	441	6
85.	Dubrovnik	451	49
86.	Herceg Novi-Igalo	455	40
87.	Tivat	457	5
88.	Budva	458	2
89.	Nikšić	459	647
90.	Cetinje	460	655
91.	Bar	461	1
92.	Podgorica	462	49
93.	Virpazar	464	14
94.	Ivangrad	468	670
95.	Peć	473	498
96.	Prizren	477	402
97.	Priština	480	573
98.	Vranje	489	433
99.	Kriva Palanka	493	691
100.	Govčari-Mljet	526	30
101.	Ston	528	2
102.	Ulcinj	562	97
103.	Ohrid	579	760
104.	Bitolj	583	586
105.	Prilep	585	673
106.	Skoplje	586	232
107.	Štip	591	326
108.	Demir-Kapija	592	125
109.	Berovo	598	824

Napomena: vrijednosti za postaje Zavižan (219) i Palagruža (432) uzete su samo kao pomoćni podaci.

Kako temperatura zraka i relativna vlaga zraka neprestano kolebaju, a to ne može brzo slijediti vlagu u drvu, uzimaju se mjesečni srednjaci temperature zraka (t) i mjesečni srednjaci relativne vlage zraka (U). Vrijednosti ravnotežnog sadržaja vode u drvu (u_r) u postocima, kao produkt dvaju meteoroloških parametara: 20-godišnjih srednjaka temperature zraka i 20-godišnjih srednjaka relativne vlage zraka, dobiveni su očitavanjem na Loughborough-Keylwerthovu dijagramu. Tako je sastavljena tablica s vrijednostima (u_r) za svih 109 istraživanih lokaliteta.

Isječak iz nje (kao primjer za sve meteorološke postaje) jest tablica II, s ovim podacima: broj i ime meteorološke postaje, meteorološki elementi u stupcu (t) u °C i (U) u %, te ishodišne vrijednosti (u_r) u % (što nije meteorološki element) za sve mjeseci, te godišnju amplitudu ili kolebanje vrijednosti (u_r). Svrha je ove tablice s vrijednostima vlage higroskopske ravnoteže (u_r)

u njezinoj mogućoj praktičnoj primjeni. Ona pokazuje do koje se granice na određenom lokalitetu i mjesecu u prirodnim uvjetima drvo može osušiti radi dalje obrade. Pomoću nje se može ustanoviti i koliko će postotaka vode drvo primiti, ako mu je prethodnim mjerenjem ustanovljena vlaga manja, ili izgubiti ako mu je vlaga veća od vlage okoline za određeni lokalitet i mjesec.

Ako stovarište piljene građe nije u neposrednoj blizini meteorološke postaje, što će se sigurno često događati, tada se ravnotežni sadržaj vode u drvu (u_r) za zadanu točku određuje linearnom interpolacijom između dvije najbliže meteorološke postaje ili sličnim metodama interpolacije unutar određenoga orografskog pojasa i bioklimata (usp. Bertović, Lovrić 1990). Vrijednosti temperature i relativne vlage zraka, te vrijednosti ravnotežnoga sadržaja vode u drvu, u ovom radu razlikuju se od vrijednosti spomenutih meteoroloških elemenata, te od vrijednosti ravnotežnoga sadržaja vlage u drvu koje navodi Krpan (1965). Razlike su vjerojatno posljedica toga što su u citiranom radu uzete u obzir nejednake duljine nizova i nehomogeni meteorološki podaci. Korištenje prekratkim nizovima (čak i četvorogodišnjim, te korelacijama nejednakih nizova) i nehomogenim nizovima (prekidi motrenja) mogu navesti na pogrešne zaključke o klimi i njezinim kolebanjima. Zna se da za vrijeme u umjerenim i višim geografskim širinama vrlo promjenljivo, te stoga i nizovi meteoroloških podataka, potrebnih za upoznavanje klime, moraju biti dulji. Stoga je u ovom radu uzet 20-godišnji homogeni niz, za ovu temu relevantnih meteoroloških elemenata.

Prema tome, iz brojčanih meteoroloških podataka mogu se izvesti pouzdani zaključci samo ako su analizirani odgovarajućim egzaktnim statističkim metodama u klimatologiji.

2.3. Karte mjesečnih lignoizohigra i njihova godišnjeg kolebanja

Srednje mjesečne vrijednosti ravnotežnoga sadržaja vode u drvu za određeno područje (lignoizohigre) daju uvid u klimu pojedinih predjela i u očekivane vrijednosti do kojih se drvo može prirodno osušiti. Prema podacima o vrijednosti vlage ravnotežnog sadržaja vode u drvu (u_r) (tablica II), izrađene su karte mjesečnih izolinija ravnotežnog sadržaja vode u drvu, ili lignoizohigre, za sve mjeseci u godini i za godišnje kolebanje sadržaja vode u drvu za cijelo istraživačko područje.

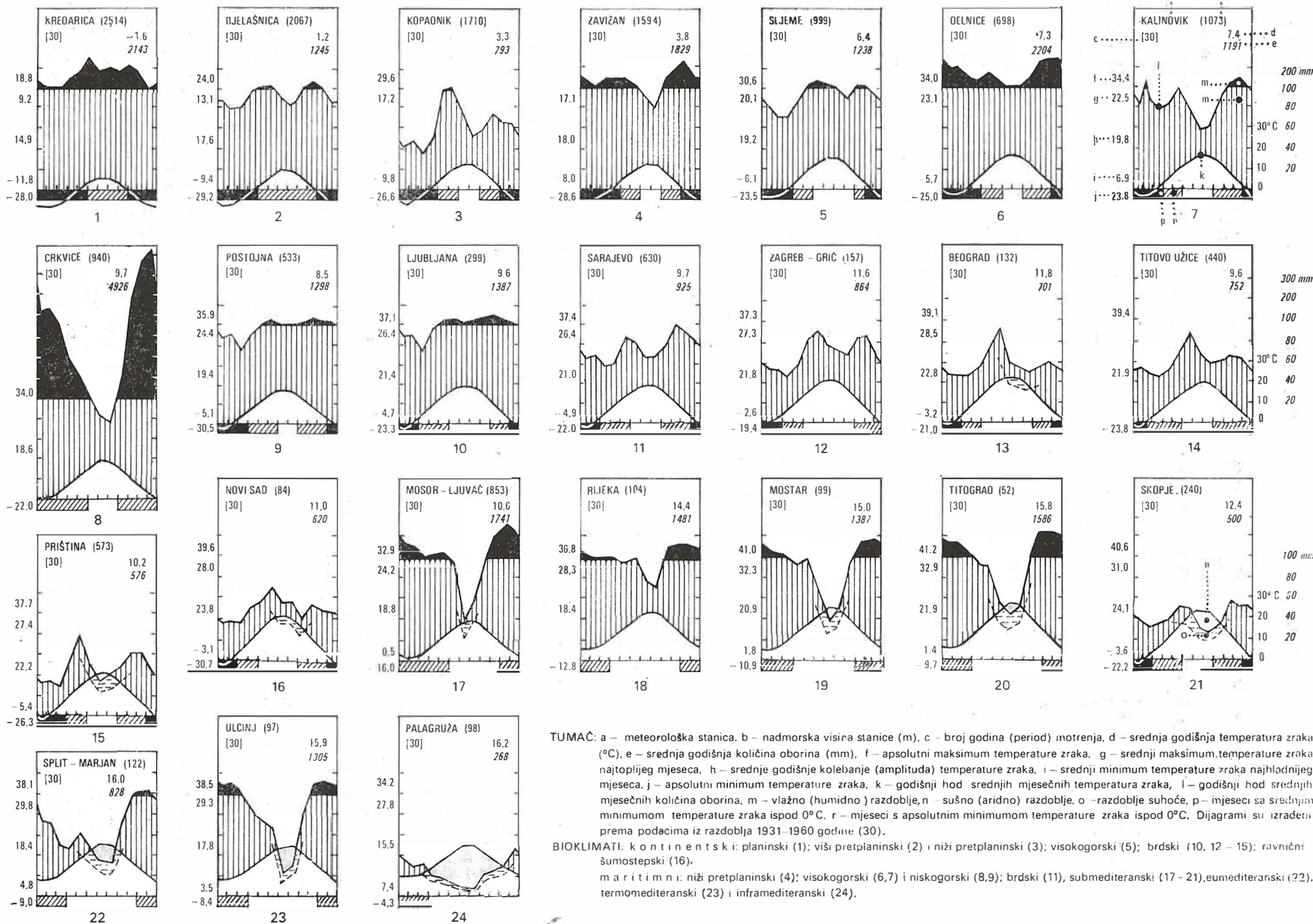
Kao primjer, u ovom su članku prikazane karte lignoizohigri samo za najhladniji i najtopliji mjesec (siječanj i srpanj), te godišnja karta kolebanja ravnotežnog sadržaja vode u drvu.

Radi boljeg razumijevanja prostornih razdoba ravnotežnih sadržaja vode u drvu dan je kratak komentar za svaku od spomenutih karata lignoizohigri.

KLIMATSKI DIJAGRAMI METEOROLOŠKIH STANICA IZ RAZLIČITIH KONTINENTSKIH I MARITIMNIH BIOKLIMATA JUGOSLAVIJE (po S. Bertoviću)

Slika 1. Klimatski dijagrami meteoroloških postaja iz različitih kontinentalnih i maritimnih bioklimata Republike Hrvatske i nekadašnjih republika bivše Jugoslavije (po S. Bertoviću)

Fig. 1. Diagrams showing meteorological data for observatories in various continental and Mediterranean bioclimatic areas of former Yugoslav republics (according to S. Bertović)



TUMAČ: a – meteorološka stanica, b – nadmorska visina stanice (m), c – broj godina (period) motrenja, d – srednja godišnja temperatura zraka (°C), e – srednja godišnja količina oborina (mm), f – apsolutni maksimum temperature zraka, g – srednji maksimum temperature zraka najtoplijeg mjeseca, h – srednje godišnje kolebanje (amplituda) temperature zraka, i – srednji minimum temperature zraka najhladnijeg mjeseca, j – apsolutni minimum temperature zraka, k – godišnji hod srednjih mjesečnih temperatura zraka, l – godišnji hod srednjih mjesečnih količina oborina, m – vlažno (humidno) razdoblje, n – sušno (aridno) razdoblje, o – razdoblje suhoće, p – mjeseci sa srednjim minimumom temperature zraka ispod 0°C, r – mjeseci s apsolutnim minimumom temperature zraka ispod 0°C. Dijagrami su izrađeni prema podacima iz razdoblja 1931–1960 godine (30).

BIOKLIMATI: kontinentski: planinski (1); viši pretplaninski (2) i niži pretplaninski (3); visokogorski (5); brdski (10, 12–15); ravnični šumostepski (16).
maritimni: niži pretplaninski (4); visokogorski (6,7) i niskogorski (8,9); brdski (11), submediteranski (17–21), eumediteranski (22), termomediteranski (23) i inframediteranski (24).

TABLICA 20-GODIŠNJIH SREDNJAKA TEMPERATURA ZRAKA (t) U °C I RELATIVNE VLAGE ZRAKA (U) U %, te ISHODIŠNE VRIJEDNOSTI (u_r) U % ZA 5 ODABRANIH METEOROLOŠKIH POSTAJA

Tablica II.

20-YEAR AVERAGES OF AIR TEMPERATURE (t , °C) RELATIVE HUMIDITY (U , %) AND CONSEQUENT EQUILIBRIUM MOISTURE CONTENTS OF WOOD FOR FIVE SELECTED METEOROLOGICAL OBSERVATORIES

Table II.

Meteorološka postaja	Elementi	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godišnja amplituda
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
334 Split — Marijan	\bar{t}	7.7	8.2	10.3	14.0	18.8	22.5	25.2	25.2	21.4	16.7	12.7	9.0	—
	\bar{U}	60	60	61	61	59	57	50	51	59	61	67	63	—
	u_r	11.6	11.6	1.8	11.6	10.7	10.0	8.8	9.0	10.5	11.4	12.7	12.2	3.9
335 Hvar	\bar{t}	9.0	9.3	10.9	14.2	18.4	22.1	24.6	24.7	21.6	17.6	14.0	10.6	—
	\bar{U}	68	66	67	68	68	66	61	62	66	67	71	69	—
	u_r	12.9	12.6	12.7	12.8	12.6	12.2	10.8	11.0	12.2	12.5	13.4	13.0	2.6
336 Sinj	\bar{t}	3.4	4.6	7.3	11.4	16.0	19.4	21.8	21.7	17.7	12.7	8.8	4.5	—
	\bar{U}	75	72	70	68	68	68	61	63	69	74	79	77	—
	u_r	14.9	14.1	13.5	12.8	12.7	12.6	11.0	11.6	12.8	14.2	15.8	15.4	4.8
340 Livno	\bar{t}	— 0.6	0.7	3.8	8.4	13.0	16.1	18.6	18.3	14.4	9.3	5.3	0.8	—
	\bar{U}	78	75	71	68	68	69	63	64	70	74	79	79	—
	u_r	15.9	15.0	13.9	12.9	12.8	12.9	11.8	12.0	13.1	14.4	16.0	16.2	4.4
341 Makarska	\bar{t}	8.0	8.8	10.6	14.2	18.4	22.1	24.6	24.4	20.9	16.6	13.3	9.6	—
	\bar{U}	69	67	66	65	65	64	60	62	66	70	72	68	—
	u_r	13.2	12.8	12.6	12.6	12.2	11.8	10.5	11.0	12.3	13.0	13.7	12.9	3.2

Siječanj (I):

U siječnju (koji je redovito najhladniji mjesec), u istraživanom području i razdoblju vrijednosti ravnotežnog sadržaja vode u drvu kreću od 11.6‰ do 21.9‰ (karta 1).

Polje najniže lignoizohigre od 12‰ u srednjoj je Dalmaciji, u okolici meteoroloških postaja Šibenik (329) i Split (334), gdje je zabilježena najmanja vrijednost ravnotežnog sadržaja vode u drvu od 11.6‰.

Polje s najvišom vrijednošću lignoizohigre od 21‰ na području je istočne Slavonije i Vojvodine u okolišu meteoroloških postaja Osijek (157) i Vrbas (165), gdje je zabilježena najveća vrijednost ravnotežnog sadržaja vode u drvu od 21.9‰.

U mjesecu siječnju granična lignoizohigra od 15‰ (dijeli suho drvo od prosušenog) pruža se gotovo u cijelosti unutar područja dinarskog krša, s tim da se u okolišu meteoroloških postaja Pag (220) i Zadar-grad (222) najviše približava morskoj obali. Od spomenute lignoizohigre (15‰), vrijednosti ravnotežnih sadržaja vode u drvu prema kopnu rastu, a prema moru opadaju.

Srpanj (VII):

U srpnju (koji je redovno najtopliji mjesec), u istraživanom području i razdoblju vrijednosti se ravnotežnih sadržaja vode u drvu kreću od 8.8‰ do 15.0‰ (karta 2).

Najniža lignoizohigra od 9‰ nalazi se u srednjoj Dalmaciji i obuhvaća okolicu postaje Split

(334) s vrijednošću od 8.8‰. Lignoizohigra od 10‰ zatvara nekoliko omanjih područja u okolici meteoroloških postaja: Titograd (462) 9.18‰, Šibenik (329) 9.2‰, Mostar (348) 9.3‰, Štip (591) 9.4‰ i Senj (218) 9.6‰.

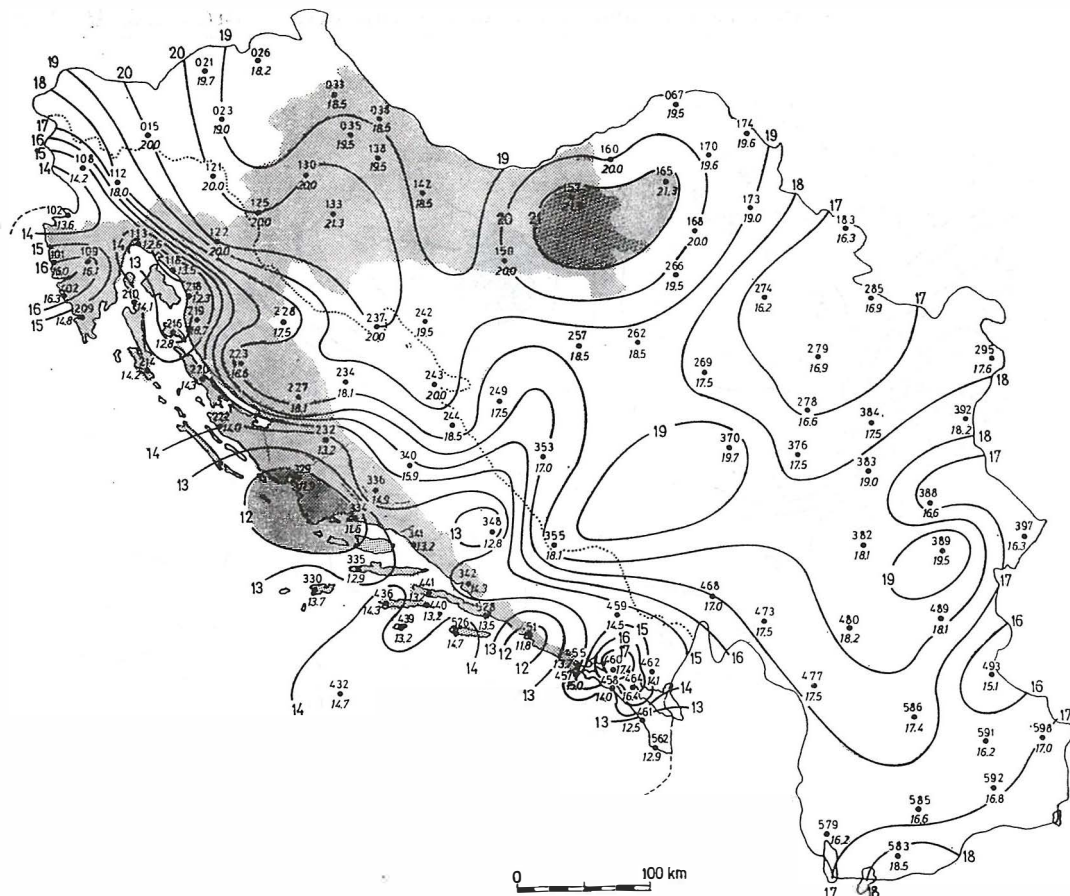
Najviša lignoizohigra od 14‰ obuhvaća središnju Sloveniju, gdje je zabilježena najviša vrijednost na meteorološkoj postaji Celje (023) — 15.0‰, i sjeverozapadni dio Bosne, između meteoroloških postaja Sanski Most (237) i Jajce (243), gdje je zabilježena najviša vrijednost ravnotežnog sadržaja vode u drvu od 14.7‰.

U Podravini i Slavoniji slabo je izraženo polje s lignoizohigrom od 14‰ između meteoroloških postaja Koprivnica (038) i Osijek (157), gdje je zabilježena vrijednost ravnotežnog sadržaja vode u drvu od 14.1‰.

Izolnije godišnjeg kolebanja

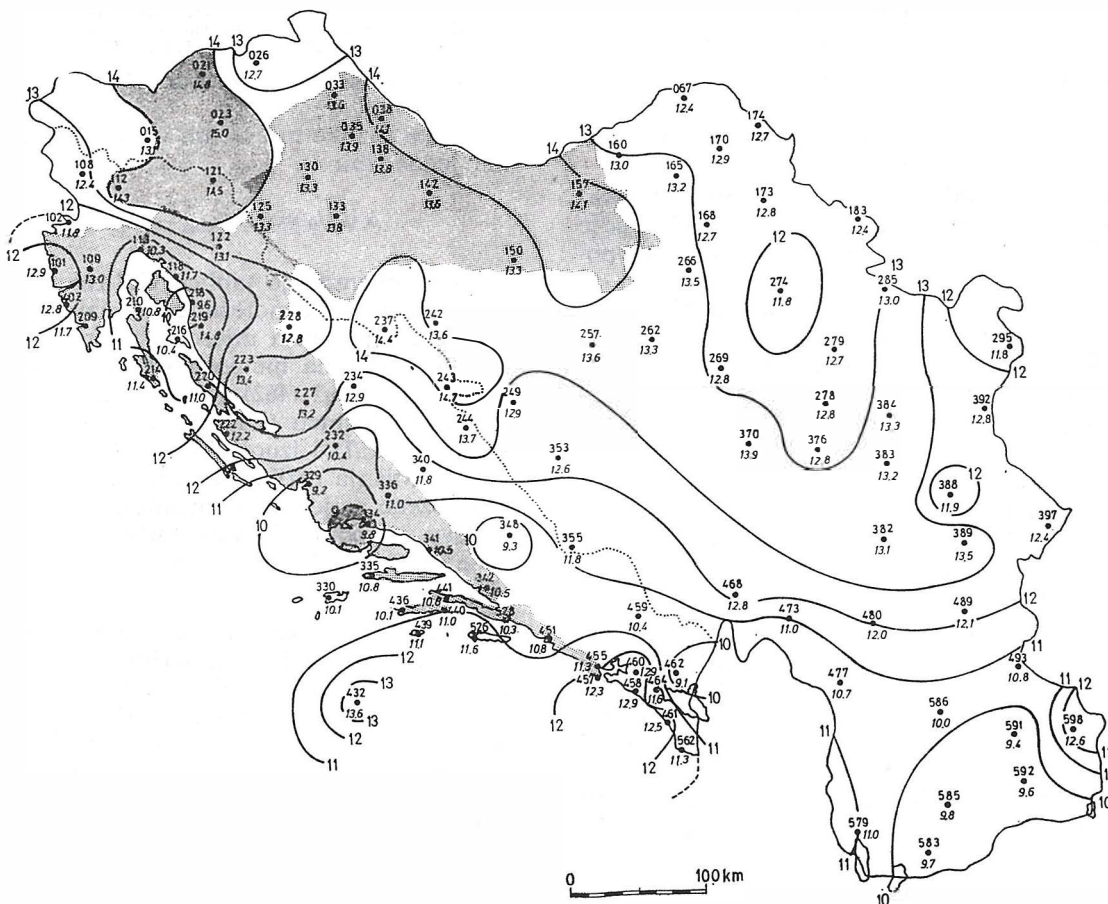
U promatranom razdoblju od 20 godina (1956—1975), u bivšem se jugoslavenskom području godišnje kolebanje vrijednosti ravnotežnih sadržaja vode u drvu kretalo između 1.1‰ i 9.3‰ (karta 3).

Zona s vrijednošću izolnije od 2‰ nalazi se u Crnoj Gori i obuhvaća okoliš meteorološke postaje Bar (461), gdje je zabilježeno najmanje godišnje kolebanje vrijednosti ravnotežnog sadržaja vode u drvu od 1.1‰. Druga je zona u okolišu Dubrovnika (451), gdje godišnje kolebanje ravnotežnog sadržaja vode u drvu iznosi 1.8‰, a treća je oko meteorološke postaje Koper-Semedela



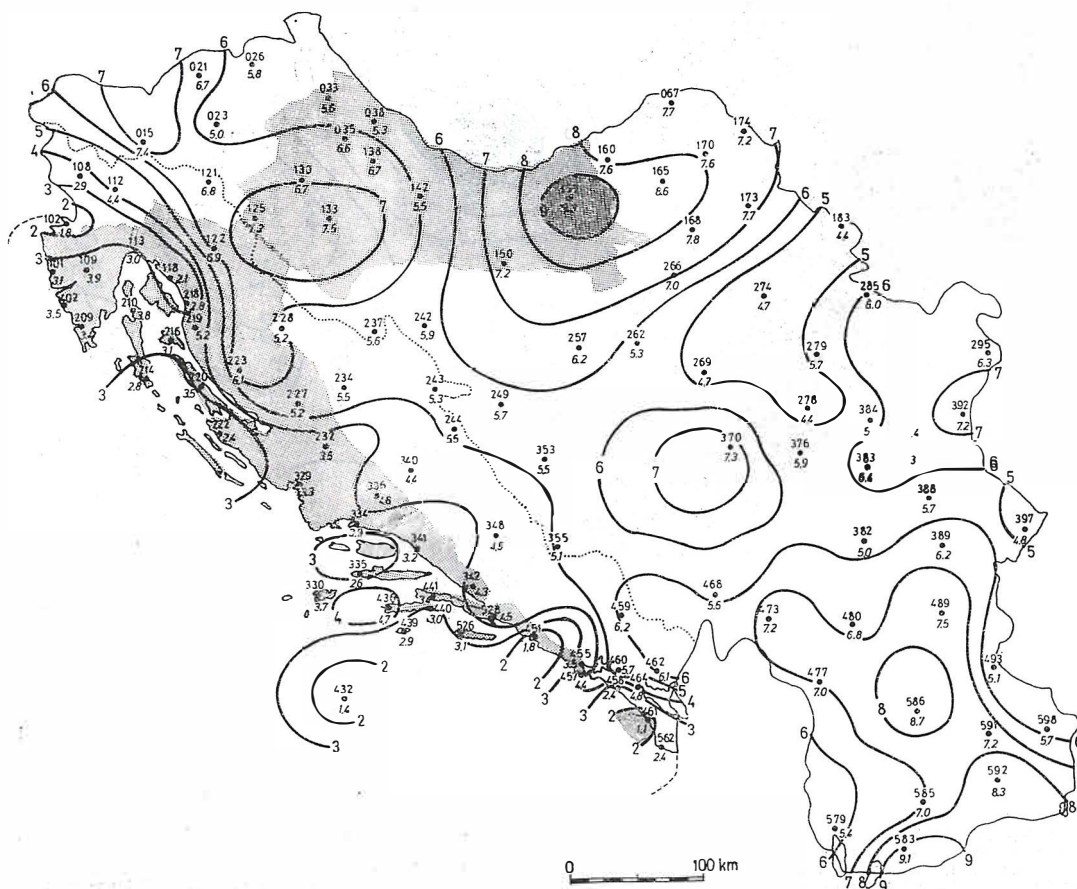
Karta 1. LIGNOIZOHIGRE ZA SIJEČANJ (I) (1956—1975)
 015—598: Oznake meteorološke stanice
 11.6—21.9: Vrijednosti sadržaja vode u drvu
: Približna granica dinarskog krša

Map 1: LIGNOISOHYGRES FOR JANUARY (1956—1975)
 015—598: Meteorological observatory number
 11.6—21.9: Values of moisture content of wood
: Approximate boundary of Dinaric karst



Karta 2. LIGNOIZOHIGRE ZA SRPANJ (VII) (1956—1975)
 015—598: Oznake meteorološke stanice
 8.8—15.0: Vrijednost sadržaja vode u drvu
: Približna granica dinarskog krša

Map 2: LIGNOISOHYGRES FOR JULY (VII) (1956—1975)
 015—598: Meteorological observatory number
 8.8—15.0: Values of moisture content of wood
: Approximate boundary of Dinaric karst



Karta 3: IZOLINIJJE GODIŠNJIH KOLEBANJA RAVNOTEŽNOG SADRŽAJA VODE U DRVU (1956—1975)
 015—598: Oznake meteorološke stanice
 1.1—9.3: Vrijednosti kolebanja ravnotežnog sadržaja vode u drvu
: Približna granica dinarskog krša

Map 3: ISOLINES OF ANNUAL VARIATION IN EQUILIBRIUM MOISTURE CONTENT OF WOOD
 015—598: Meteorological observatory number
 1.1—9.3: Values of annual variation in equilibrium moisture content of wood
: Approximate boundary of Dinaric karst

(102), gdje godišnje kolebanja ravnotežnog sadržaja vode u drvu također iznosi 1.8‰.

Zona izolinijske od 9‰ je u Slavoniji i obuhvaća okolicu meteorološke postaje Osijek (157), gdje je zabilježeno najveće godišnje kolebanje ravnotežnog sadržaja vode u drvu s vrijednošću od 9.3‰. Druga je zona u južnoj Makedoniji, gdje obuhvaća područje oko meteorološke postaje Bitolj (583), u kojem godišnje kolebanje ravnotežnog sadržaja vode u drvu iznosi 9.1‰.

Izolinijska s godišnjim kolebanjem ravnotežnog sadržaja vode u drvu od 4‰, uz manja odstupanja, približno dijeli naš primorski i otočni od kopnenog (kontinentalnog) dijela naše zemlje. Od spomenute izolinijske godišnja kolebanja ravnotežnog sadržaja vode u drvu prema kopnu rastu, a prema moru opadaju.

Na kraju, priložena je i tablica III, u kojoj su prikazane najveće i najmanje vrijednosti ravnotežnih sadržaja vode u drvu (u_r^0) za sve mjesece u godini za promatrano 20-godišnje razdoblje (1956—1975) na području Republike Hrvatske i nekadašnjih republika bivše Jugoslavije, s naznakom brojeva meteoroloških postaja na kojima su te vrijednosti zabilježene. Na dnu su tablice iz-

računate razlike mjesečnih vrijednosti Δu_r^0 , prema jednadžbi:

$$\Delta u_r^0 = (u_r^0)_{\max} - (u_r^0)_{\min}$$

Iz spomenute je tablice vidljivo da je najmanja vrijednost ravnotežnog sadržaja vode u drvu (u_r^0) zabilježena u mjesecima srpnju (VII) i kolovozu (VIII) na meteorološkim postajama Split (334) i Titograd (462) i iznosi 8.8‰, a najveća u mjesecu prosincu (XII) na meteorološkoj postaji Osijek (157) i iznosi 23.4‰. Prema tome, apsolutna godišnja razlika između najveće i najmanje zabilježene vrijednosti ravnotežnog sadržaja vode u drvu na području Republike Hrvatske i nekadašnjih republika bivše Jugoslavije iznosi 14.6‰ (23.4‰—8.8‰).

Iz iste se tablice za isto promatrano područje po mjesecima vidi da je najmanja razlika u ravnotežnom sadržaju vode u drvu (Δu_r^0) u mjesecu travnju (VI), iz vrijednosti sa meteoroloških postaja Rovinj (402) i Šibenik (329) i iznosi 3.8‰, a najveća razlika (Δu_r^0) u mjesecu prosincu (XII), iz vrijednosti sa meteoroloških postaja Osijek (157) i Dubrovnik (451) i iznosi 11.3‰.

NAJVEĆE I NAJMANJE VRIJEDNOSTI RAVNOTEŽNOG SADRŽAJA VODE U DRVU (u_r , %) ZABILJEŽENIH NA METEOROLOŠKIM POSTAJAMA PO MJESECIMA, KAO I MJESEČNE RAZLIKE (Δu_r , %) ZA RAZDOBLJE OD 20 GODINA (1956—1975), TE NAJVEĆE I NAJMANJE GODIŠNJE KOLEBANJE PO JEDNOJ METEOROLOŠKOJ POSTAJI NA PODRUČJU REPUBLIKE HRVATSKE I NEKADAŠNJIH REPUBLIKA BIVSE JUGOSLAVIJE

Tablica III.

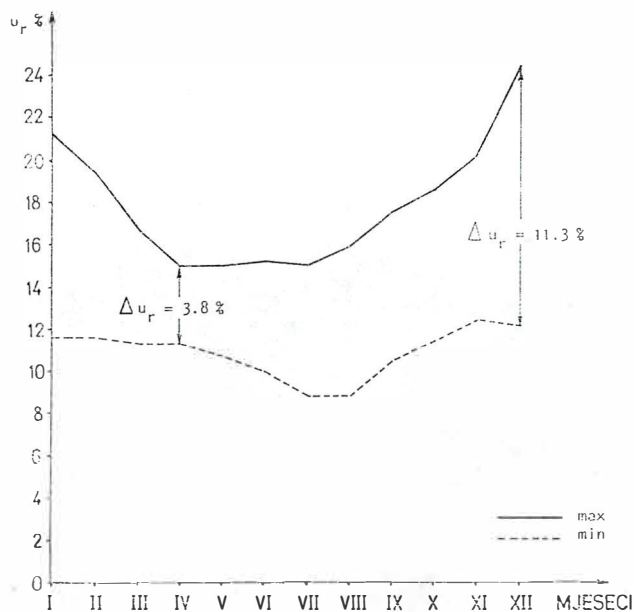
MONTHLY MAXIMA AND MINIMA FOR EQUILIBRIUM MOISTURE CONTENT OF WOOD (u_r , %) AS RECORDED IN METEOROLOGICAL OBSERVATORIES WITH MONTHLY VARIATION (Δu_r , %) OVER 20 YEARS (BOTTOM). MAXIMUM AND MINIMUM ANNUAL VARIATION RECORDED (FAR RIGHT)

Table III.

Mjeseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godišnje kolebanje po jednoj postaji
Maksimalne vrijednosti u_r , %	21.9	19.4	16.7	15.1	15.0	15.2	15.0	15.9	17.5	18.5	20.1	23.4	9.3
Broj meteorološke postaje	157	165	460	402	243	112	023	023 i 121	121	121	157	157	157
Minimalne vrijednosti u_r , %	11.6	11.6	11.3	11.3	10.7	10.0	8.8	8.8	10.5	11.4	12.5	12.1	1.1
Broj meteorološke postaje	334	334	329	329	334 i 329	334	334	462	334	334	329	451	461
Mjesečna razlika Δ_r , %	10.3	7.8	5.4	3.8	4.3	5.2	6.2	7.1	7.0	7.1	7.6	11.3	—

Na kraju tablice III, u koloni: »godišnje kolebanje po jednoj postaji« za 20-godišnje razdoblje (1956—1975), zabilježeni su podaci o kolebanju vrijednosti ravnotežnog sadržaja vode u drvu u_r , % na jednoj meteorološkoj postaji. Tako je na meteorološkoj postaji Osijek (157) vrijednost godišnjeg kolebanja 9.3%, a na postaji Bar (461) samo 1.1%.

Na temelju vrijednosti iz tablice III, sačinjen je dijagram (slika 2), na kome su grafički prikazani hodovi najveće (max) i najmanje (min) vri-



Slika 2. Dijagram hoda najvećih (max) i najmanjih (min) vrijednosti ravnotežnog sadržaja vode u drvu (u_r , %) na prostoru Republike Hrvatske i nekadašnjih republika bivše Jugoslavije po mjesecima za razdoblje od 20 godina (1956—1975), s dvjema karakterističnim vrijednostima za travanj (IV) i prosinac (XII)

Fig. 2. Annual change in maxima and minima of equilibrium moisture contents of wood in Croatia and other former Yugoslav republics (monthly averages over 20 years with characteristic values for April and December)

jednosti ravnotežnog sadržaja vode u drvu (u_r , %) po mjesecima. Na dijagramu su naznačene i dvije karakteristične vrijednosti razlika za mjesec travanja (IV) Δu_r , % = 3.8% i prosinac (XII) Δu_r , % = 11.3% za promatrano područje i razdoblje.

3. ZAKLJUČAK

Uzimajući u obzir činjenicu da je prošlost ključ za budućnost — sve dosadašnje znanstvene spoznaje o prirodnom sušenju drva mogu vrijediti i za buduća istraživanja. Stoga prvo treba pomno proučiti rezultate prijašnjih istraživanja i, ako je moguće, prilagoditi ih današnjici, umjesto da svaki put počinjemo ni od čega kad se pojavi problem.

Druga je pouka, da određeni produkti istraživanja mogu zahtijevati stalno ponovno razvijanje. Tome je tako upravo s prirodnom sušenjem drva, kojega se proces sastoji u izlaganju drva atmosferi. Ako je pritom drvo stalna, klima je zasigurno promjenljiva varijabla. Prema tome slijedi novi 20-godišnji ciklus utvrđivanja vrijednosti u_r u postocima.

U novije vrijeme ekspertski sustavi i umjetna inteligencija stupili su na scenu, a kompjutorski kapacitet širi se na način koji je gotovo posve otvoren i tko zna kakav će mu biti kraj. Razvoj tih sustava svakako će utjecati na buduća istraživanja o prirodnom sušenju drva, a njihovi će rezultati također naći svoje mjesto u znanosti. Pritom će čvrsti znanstveni zaključak utemeljen na terenskim i laboratorijskim rezultatima uz odgovarajuće spoznaje iz fizike i biologije biti osnova za svaki stvarni napredak.

Verovatno je da će se i u budućnosti veći dio piljene građe prirodno sušiti. Kako su potrebe suvremenog čovjeka za drvom, a isto tako i za energijom, sve veće, u procesu ubrzanja prirod-

noga sušenja, kao i kod umjetnog sušenja, intenzivirat će se upotreba i nekonvencionalnih primarnih oblika energije u koje se prije svega ubrajaju: energija zračenja sunca i energija vjetra. Prema tome, neprestano praćenje klime i pravilno korištenje meteoroloških podacima donosit će goleme uštede operativni raznih gospodarskih djelatnosti u koje se ubraja i drvna industrija.

LITERATURA

- [1] Barišić, T.: Umjetno sušenje drveta, Beograd, 1957.
- [2] Bertović, S., Dimitrov, T., Jurčić, V. i dr.: Osnove zaštite šuma od požara, CiP, Zagreb, 1987.
- [3] Bertović, S., Lovrić, A. Z.: Jugoslavija — biljni pokrivač. Orografski pojasi, analogni bioklimati te zonalna i raširenija intrazonalna šumska vegetacija u SFRJ. Enciklopedija Jugoslavije, 6, Zagreb 1990, str. 198/99.
- [4] Bratanić, A.: Mjerjenje sunčevog zračenja, Sunčeva energija, vol. 2, br. 3, 1980, Rijeka, str. 13—16.
- [5] C. E. Van Wagner: Forest Fire Research — Hindsight and Foresight, Presented at the Symposium on Wildland Fire 2000, April 27—30, 1987 South Lake Tahoe, California.
- [6] Cividini, B., Poje, D.: Potencijal energije vjetra u SR Hrvatskoj, Rasprave 21, Zagreb, 1986, str. 59—68.
- [7] Delijanić, I.: Osnovi meteorologije, Beograd, 1976.
- [8] Dimitrov, T.: Klima i prirodno sušenje drva, Zagreb, 1989, (rukopis).
- [9] Dukić, D.: Klimatologija, Naučna knjiga, Beograd, 1981.
- [10] Einführung in die Holztechnik, Leipzig: Fachbuchverlag, 1959.
- [11] Frančišković, S.: Prirodno sušenje drveta, Školska knjiga, Zagreb, 1951.
- [12] Horvat, I., Krpan, J.: Drvno industrijski priručnik: Tehnička knjiga, Zagreb, 1967.
- [13] Ilić, M.: Ispitivanje uslova za prirodno sušenje bukove rezane građe na nekim pilanama u BiH (ljetni ciklus 1964. godine), Zavod za tehnologiju drveta, Sarajevo, 1965.
- [14] Ilić, M.: Isto (proljetni ciklus 1965. godine), Zavod za tehnologiju drveta, Sarajevo, 1965.
- [15] Ilić, M.: Isto (zimski ciklus 1965/66 godine), Poslovno udruženje šumarstva i industrije za preradu drveta, Sarajevo, 1966.
- [16] Ilić, M., Pavlin, Z.: Sušenje drva, Šumarska enciklopedija, 3, Zagreb, 1987, str. 300—313.
- [17] Janik, W.: Handbuch der Holz Trocknung, Fachbuchverlag Leipzig, 1960.
- [18] Keylwerth, R.: Die gleichzeitige Trocknung und Tränkung in heissen Ölen, HZ, Stuttgart, 1950.
- [19] Keylwerth, R.: Der Verlauf der Holztemperatur während der Furnier- und Schnittholztrocknung, Holz als Roh- und Werkstoff, 1952.
- [20] Kolić, B.: Šumarska ekoklimatologija sa osnovama fizike atmosfere, Naučna knjiga, Beograd, 1988.
- [21] Kollmann, F.: Technologie des Holzes, Berlin, 1936.
- [22] Kollmann, F.: Künstliche Holz Trocknung und Holzlagerung, Leipzig & Berlin, 1942.
- [23] Kollmann, F.: Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe, Bd. I i II, Berlin, 1952. i 1955.
- [24] Krpan, J.: Istraživanja higroskopske ravnoteže vlage uzduha i drveta, Glasnik za šumske pokuse Poljoprivredno-Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, 11, Zagreb, 1953, str. 5—51.
- [25] Krpan, J.: Istraživanje točke zasićenosti vlaknaca važnijih domaćih vrsta drveta, Ibid., 13, Zagreb, 1957, str. 18—109.
- [26] Krpan, J.: Sušenje drva, Šumarska enciklopedija, 2, Zagreb, 1963, str. 497—508.
- [27] Krpan, J.: Sušenje i parenje drva, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1965.
- [28] Makjanić, B.: Jugoslavija — klima, Enciklopedija Jugoslavije, 6, Zagreb, 1990, str. 188.
- [29] Milković, J.: Statističke metode proučavanja meteoroloških polja u svrhu racionalizacije mreže stanica, magistrski rad, Sveučilište u Zagrebu, 1983.
- [30] Milosavljević, M.: Klimatologija, Naučna knjiga, Beograd, 1988.
- [31] Milosavljević, M.: Meteorologija, Naučna knjiga, Beograd, 1990.
- [32] Pavlin, Z.: Sadržaj vode u drvu građevne stolarije, Drvna industrija, 1—2, 1963, 3—10.
- [33] Pavlin, Z.: Sadržaj vode u bukovim piljenicama prije i nakon parenja. Drvna industrija, 11—12, 1968, 179—187.
- [34] Pavlin, Z.: Predsušenje drva, Bilten, Šumarski fakultet Zagreb, Zavod za istraživanja u drvoindustriji, god. 1, br. 2, 1971, 6—15.
- [35] Pavlin, Z.: Svojstva građevne stolarije sa stanovišta klimatskih uvjeta u građevnom objektu. Bilten, Šumarski fakultet Zagreb, Zavod za istraživanja u drvoindustriji, god. 3, br. 2, 1973, 10—18.
- [36] Pavlin, Z.: Istraživanja o mogućnostima primjene sunčane energije u hidrotermičkoj obradi drva, Drvna industrija 32 (4), 1981, 125—128.
- [37] Pavlin, Z.: Sušenje hrastovine, Glasnik za šumske pokuse Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, br. 3, Zagreb 1987, 363—374.
- [38] Penzar, I.: O sunčevoj energiji u vezi sa projektiranjem heliotehničkih uređaja, Klimatizacija grijanje hlađenje, br. 2, Zagreb, 1978.
- [39] Penzar, B., Makjanić, B.: Uvod u opću klimatologiju, Sveučilište u Zagrebu, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb, 1978.
- [40] Penzar, B., Makjanić, B.: Osnovna statistička obrada podataka u klimatologiji, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1980.
- [41] Penzar, I., Penzar, B.: Agroklimatologija, Školska knjiga, Zagreb, 1989.
- [42] Statistički godišnjak SFRJ, izdavač Savezni zavod za statistiku SFRJ, Beograd, 1990.

NOVOSTI IZ TEHNIKE

POLIURETANI ZA VRATNA KRILA

Baypreg®, proizveden od poliuretanskih sirovina tvrtke Bayer AG, novo je područje primjene poliuretana u unutrašnjoj izgradnji. Kao osobito povoljna ekološka konstrukcija, nadomjestak je za prirodne materijale.

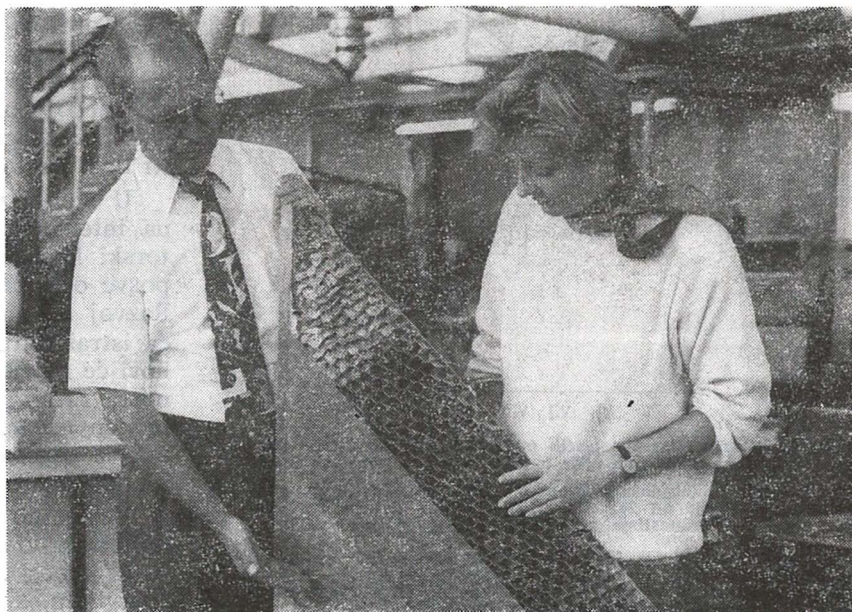
Kod vratnog krila drvo služi kao okvir, a srednji dio, tj. jezgra je od recikliranog kartona sačaste strukture. Kao ojačanje na obje je strane laneno vlakno natopljeno Baypregom®.

Nakon nanošenja pokrivnih slojeva s obje strane cijeli se element preša i otvrdnjava pri temperaturi između 75 i 85 °C i pod tlakom od 0,8 bara.

Vrata su lagana, kruta i izdržljiva. Taj je princip gradnje isto tako prikladan i za proizvodnju pregradnih zidova, gradnju interijera i tavana, te za gradnju izložbenih prostora na sajmovima.

B. Lj.

Vratno krilo s poliuretanskim slojem



Detekcija grešaka drva u funkciji sustava automatske proizvodnje elemenata

LUMBER DEFECT DETECTION AS AN ELEMENT OF AUTOMATED ELEMENTS PRODUCTION

Mr. **Krešimir Babunović**, dipl. ing.
Šumarski fakultet, Zagreb

UDK 630*852

Prispjelo: 5. listopada 1992.
Prihvaćeno: 21. listopada 1992.

Stručni rad

S a ž e t a k

Sustav automatske detekcije grešaka drva od vitalnog je značenja za buduću proizvodnju piljenih drvnih elemenata. Takav sustav automatske detekcije grešaka drva mora biti dovoljno osjetljiv na vanjske i unutarnje karakteristike drva i upotrebljiv u industrijskim uvjetima.

Ovaj rad predstavlja pregled metoda za detektiranje grešaka drva, od kojih je svaka ukratko opisana. To su optička metoda, metoda ultrazvuka, metoda mikrovalova, metoda X-zraka i neutronska metoda. U radu su ujedno opisane i metode detekcije grešaka drva u današnjim suvremenim industrijskim uvjetima.

Ključne riječi: detekcija grešaka drva — krojenje piljenica — proizvodnja elemenata.

S u m m a r y

The system of automated lumber defect detection is of crucial importance for a future system of automated element production. The defect detection system must be sensitive to changes in external and internal qualities of lumber and capable of operating under plant conditions.

This paper defines and classifies lumber defects, specifies the requirements for an automated defect detection system and briefly describes various detection methods (optical, ultrasonic, microwave, X-ray and neutron method). The study also describes lumber defect detection methods in today's plant conditions.

Key words: Lumber defect detection — board cutting — element production.

1. UVOD

Pilanska je proizvodnja oduvijek proizvodila svoje proizvode uglavnom kao poludovršene. Za pilanu je njen proizvod, gotov proizvod. Međutim, gledajući šire, u čitavom nizu tehnologija, od sirovine do gotovog finalnog proizvoda, pilanski su proizvodi uglavnom poludovršeni. Time se želi naglasiti da se većina tih proizvoda prerađuje u gotov konačni proizvod, u pogonima finalne prerade. Novija je pilanska tehnologija u našim uvjetima napustila proizvodnju standardnih piljenica u većim količinama i organizirana je u smislu proizvodnje specificiranih proizvoda, tzv. piljenih drvnih elemenata za određene gotove finalne proizvode.

Za pilansku proizvodnju značajni su elementi od masivnog drva, dakle piljeni drveni elementi. Piljeni drveni elementi su, prema tome, proizvodi od masivnog drva izrađeni namjenski, s točno specificiranim dimenzijama, kvalitetom, načinom i stupnjem obrade, uključujući tu i hidrotermičku obradu [3].

Problematika proizvodnje piljenih elemenata, u današnje vrijeme, zahtijeva sve više upotrebu elektronskih računala u proizvodnom sustavu. Sve nepovoljnija sirovinaska baza i nedostatak (deficitarnost) prikladnih drvnih sortimenata s jedne, te potreba za bržim rješenjima s druge strane, uvjetuju uvođenje novih sustava za proizvodnju elemenata.

Razvoj elektronske industrije u velikoj je mjeri omogućio optimizaciju tehnoloških procesa u tehnologiji masivnog drva. Takvo unapređenje pilanske prerade nesumnjivo već nalazi veliku primjenu u poboljšanju iskorišćenja drvne mase.

2. SUSTAV AUTOMATSKE PROIZVODNJE ELEMENATA

Proizvodnja elemenata složen je proces, kako u organizacijskom, tako i u tehnološkom smislu. S tim u vezi, potrebno je razraditi odgovarajuću pripremno-organizacijsku podršku u smislu odgovarajućeg software-a. Takva bi programska podrška morala osigurati kvalitetnu komunikaciju među pojedinim dijelovima sustava.

Cijeli sustav automatske proizvodnje elemenata morao bi se sastojati od slijedećih osnovnih dijelova:

1. Sustav automatskog lociranja i identifikacije grešaka na površini piljenice,
2. Optimizacija krojenja piljenice kompjuterskom simulacijom,
3. Sustav strojeva, alata i odgovarajućih transportera koji bi mogao zadovoljiti postavljene mu zadatke,
4. Programaska podrška u pripremno-organizacijskom smislu.

Ako se ima u vidu da se proizvodnja elemenata s obzirom na hidrotermičku obradu (sušenje) obavlja u jednofaznom ili dvofaznom postupku, sustav automatske proizvodnje elemenata ovisan je jedino o mogućnosti detekcije grešaka drva s obzirom na sadržaj vode u drvu, odnosno smeta li mu vlaga drva ili ne.

3. AUTOMATSKA DETEKCIJA GREŠAKA DRVA

Stalan porast cijene sirovine u proizvodnji piljene građe uvjetovao je i interdisciplinarna istraživanja radi povećanja kvalitete piljene građe. Takva su istraživanja našla svoju primjenu u proizvodnji građevne stolarije, u smislu lijepljenog

drva, lameliranog drva i u proizvodnji specijalnih proizvoda od drva. Osim toga, finalna industrija masivnog drva kao sirovinu upotrebljava najčešće piljene drvene elemente.

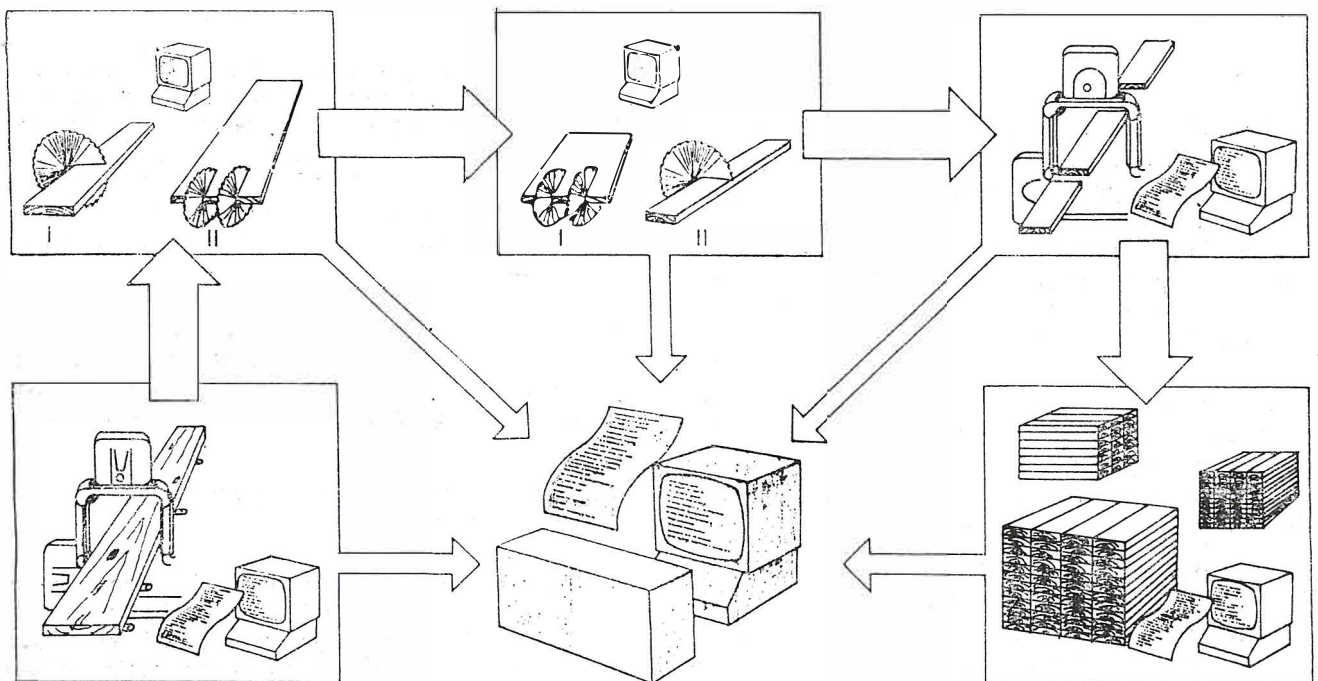
Sustav automatske izrade elemenata mora sadržavati i automatsku detekciju grešaka piljene građe. Generalizirano, sustav automatske detekcije grešaka, mora se sastojati od uočavanja grešaka, raspoznavanja grešaka, određivanja veličine i pozicije svake greške piljenice.

Sustav automatske detekcije grešaka [16] sadrži:

1. Pogodne i pouzdane operacije,
2. Skaniranje dovoljno osjetljivo na vanjske i unutarnje karakteristike drva,
3. Prikladnost u industrijskim uvjetima,
4. Adekvatnu zaštitu od zračenja.

Danas u načelu postoji nekoliko metoda za detekciju grešaka drva. To su optička metoda, metoda ultrazvuka, metoda mikrovalova, metoda X-zraka i neutronska metoda.

Svaka od ovih metoda ima svoje prednosti i nedostatke. Najčešći je prigovor metodama detekcije grešaka drva, pored visoke cijene koštanja, nemogućnost detekcija pojedinih grešaka i njihova raspoznavanja. U tablici 1. prikazane su mogućnosti detekcije pojedinih metoda detekcije grešaka drva u odnosu na različite greške drva.



Slika 1. Principijelna shema sistema za automatsku proizvodnju elemenata (Babunović, K., 1990. [1])

Fig. 1. Basic layout of the system for automated element production (Babunović, K., 1990. [1])

USPOREDBA NEKIH METODA DETEKCIJE GREŠAKA DRVA S
OBZIROM NA MOGUĆNOST DETEKCIJE POJEDINIH GREŠAKA
(Szymany, R., McDonald, K. A., 1981, [16])

Tablica I.

COMPARISON OF THE EFFECTIVENESS OF SELECTED
DETECTION METHODS
(Szymany, R., McDonald, K. A., 1981, [16])

Table I.

Metoda detekcije	Detektirane greške						
	Kvrge	Kosa žica	Trulež	Promjene boje	Bušotine	Pukotine	Raspukline
Optička metoda	X		X	X	X	X	X
Metoda ultrazvuka	X	X	X		X		
Metoda mikrovalova	X	X	X		X		
Metoda X-zraka	X		X		X		
Neutronska metoda	X		X		X		

OPTIČKA METODA

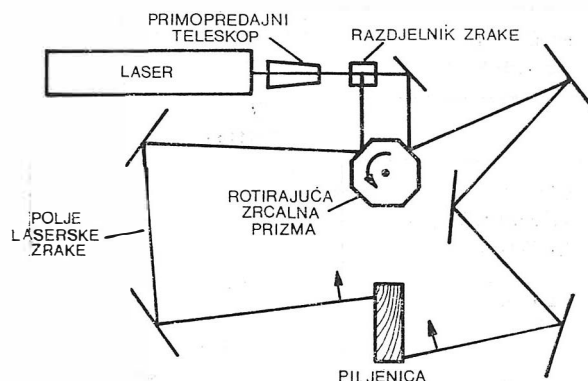
Svaki proizvedeni optički sustav imitacija je ljudskog oka. On je sposoban prevesti optičku sliku u elektronske signale koje je moguće obraditi računalom, ili projicirati na ekran. Tipični optički čitač grešaka, sastoji se od izvora svjetla, svjetlosnog osjetljivaca (fototranzistora), pojačala signala i izlazne jedinice [10].

U načelu postoje dvije optičke tehnike detekcije grešaka. Osnovna razlika među njima je u izvoru svjetla. Jedna tehnika primjenjuje kao izvor svjetla lasersku zraku. Zraka (otprilike 1 mm promjera) usmjerena je na skanirajuće ogledalo, koje ju usmjerava i prihvaća nakon pregleda. Druga tehnika primjenjuje fluorescentno svjetlo, koje osvjetljava dijelove piljenice koja prolazi kroz stanicu za detekciju.

Laserski sustav skaniranja. — Uređaj se sastoji od laserskog skanera i miniračunala. Skaner je helij-neonski laser snage 3.0 mW koji sekvencijalno osvjetljava obje strane piljenice koja prolazi kroz tunel za skaniranje. Lasersko svjetlo reflektirano s drva dolazi u fotoosjetljivi čitač, koji kvantificira i digitalno obrađuje rezultatni signal. Miniračunalo obrađuje ulazne podatke i određuje veličinu i dimenzije grešaka.

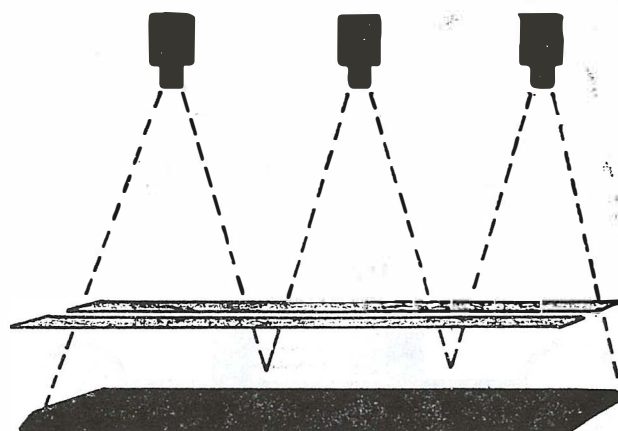
Sustav skaniranja s fluorescentnim osvjetljavanjem. — Sustav analizira svaku piljenicu uz pomoć kamera. Snimljene varijacije u kvaliteti piljenice registrirane su u računalu u kojem su također i kriteriji klasiranja građe.

Optičke metode detekcije grešaka piljene građe vrlo su prilagodljive visokoj automatizaciji. Osim detektiranja grešaka drva one mogu pre-



Slika 2. Shematski prikaz laserskog sistema detekcije grešaka na piljenici (Huber, H. A., i drugi 1989. [10])

Fig. 2. Laser scanning system scheme (Huber, H. A., and others, 1989. [10])



Slika 3. Shematski prikaz sistema skaniranja piljenice sa fluorescentnim osvjetljavanjem (Huber i drugi, 1989. [10])

Fig. 3. Fluorescent light scanning system scheme (Huber, and others, 1989. [10])

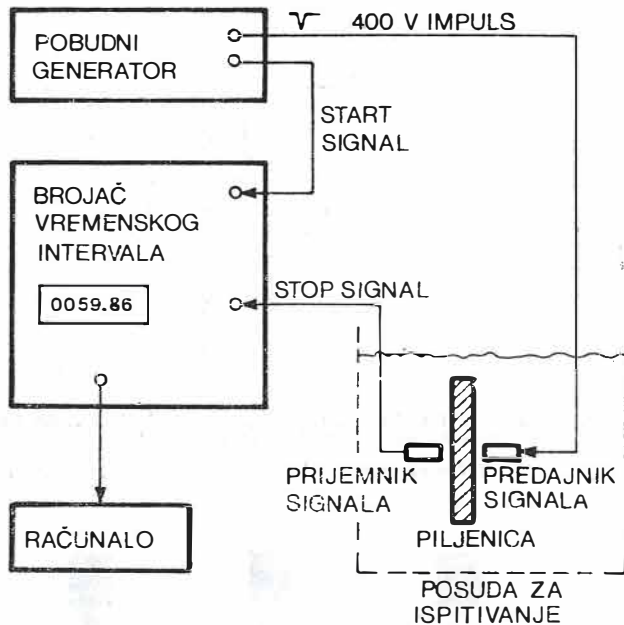
poznovati i greške geometrije. S druge strane ograničene su detekcijom grešaka samo na površini piljenice.

METODA ULTRAZVUKA

Postoji nekoliko načina detekcije grešaka ultrazvukom. Dvije najčešće su metoda prolaza ultrazvuka i metoda odbijanja ultrazvuka [12].

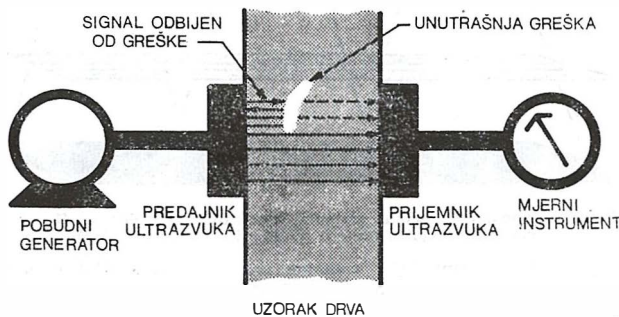
Metoda prolaza ultrazvuka. — Sustav se sastoji od ultrazvučnog odašiljača i prijemnika smještenih sa svake strane uzorka. Ultrazvučni valovi emitirani iz odašiljača prolaze kroz uzorak, i primaju se u prijemniku na suprotnoj strani od odašiljača. Ukoliko se u ultrazvučnom polju nalazi greška, doći će do promjene energije u prijemniku.

Metoda odbijanja ultrazvuka. — Za razliku od metode prolaza ultrazvuka, metoda odbijanja ultrazvuka sadrži primopredajnik ultrazvuka samo s jedne strane uzorka. Emisija ultrazvučnih valo-



Slika 4. Shematski prikaz detekcije grešaka drva metodom prolaza ultrazvuka (McDonald, K. A., 1978. [12])

Fig. 4. Scheme of through — transmission ultrasonic method for defect detection (McDonald, K. A., 1978. [12])

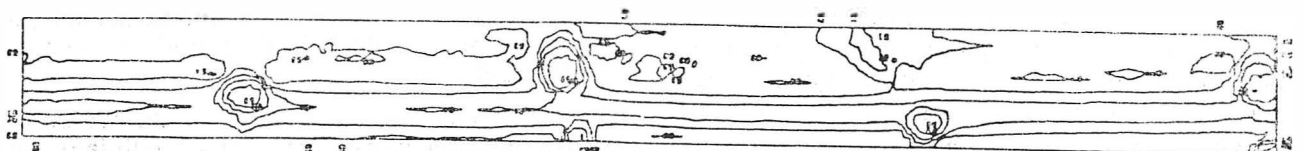


Slika 5. Shematski prikaz sistema za detekciju grešaka drva metodom odbijanja ultrazvuka (McDonald, K. A., 1978. [12])

Fig. 5. Scheme of pulsed — echo ultrasonic method for lumber defect detection (McDonald, K. A., 1978. [12])

va prolazi kroz obradak, osim kad naiđe na grešku unutar obradka. Pri nailasku na grešku, dio emitiranih valova se odbija i vraća u prijemnik.

Glavni nedostatak ove metode detekcije grešaka u drvu je u zahtjevu za fizičkim kontaktom skanera i uzorka. Ovaj sustav ne može otkrivati greške promjene boje drva, devijacije oblika piljenice, a postoji i dosta teškoća oko otkrivanja različitih pukotina.



Slika 6. Prikaz skanirane piljenice metodom mikrovalova

Fig. 6. Image of board scanned by microwave method

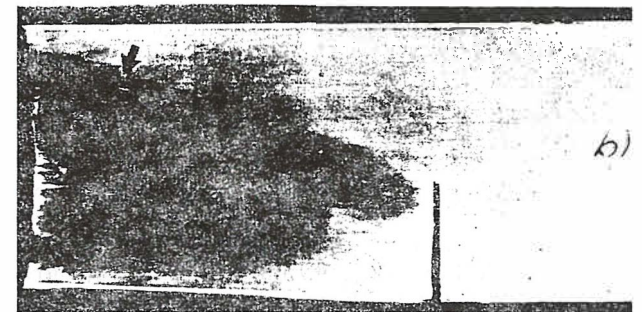
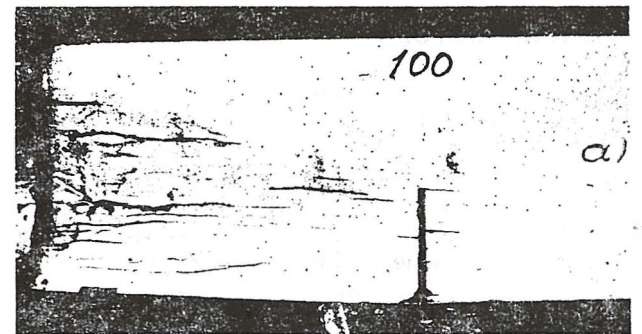
METODA MIKROVALOVA

Mikrovalovi su elektromagnetski valovi dužine 0.1 m do 1 mm. Ta valna dužina otprilike odgovara frekvenciji između 300 MHz i 300 GHz. Brzina i smanjenje intenziteta mikrovalova ovisi o svojstvima medija kroz koji su emitirani. S promjenom gustoće medija (u ovom slučaju drva), dolazi do promjene brzine i intenziteta mikrovalova, koji na taj način mogu u svezi s pojačalom signala i računalom, locirati i dimenzionirati greške.

Mikrovalovi se mogu primjenjivati za detekciju svih grešaka drugačije gustoće od zdravog drva. Jedina mana ovog sustava je u međusobnom nerazlikovanju pojedinih vrsta grešaka drva, a također ne može detektirati greške promjene boje drva.

METODA X-ZRAKA

X-zrake predstavljaju elektromagnetski spektar između $0.01 \cdot 10^{-10}$ m i $100 \cdot 10^{-10}$ m. Prilikom



Slika 7. Prikaz fotografski snimljene piljenice (a) i piljenice snimljene pomoću X-zraka (b) (Creffield, J. B., Beesley, J., 1980. [7])

Fig. 7. Photographs of board and its X-ray scanned image (b) (Creffield, J. B., Beesley, J., 1980 [7])

(Szymany, R., McDonald, K. A., 1981. [16])

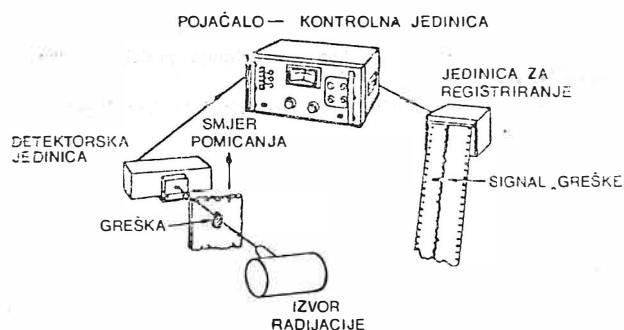
(Szymany, R., McDonald, K. A., 1981. [16])

zračenja uzorka dio X-zraka prolazi kroz uzorak, a dio se apsorbira u uzorku. Ta apsorpcija može se prikazati kao tomografska slika promjene gustoće drva, te se na taj način može locirati i dimenzionirati greška u drvu [7].

Ovaj sustav detekcije grešaka drva može detektirati kvрге, pukotine i sl., ali nije u stanju detektirati greške jednake gustoće kao zdravo drvo. Ovaj sustav ne može razlikovati pojedine vrste grešaka.

NEUTRONSKA METODA

Neutronska radiografija metoda je slična metodi X-zraka. Princip rada ove dvije metode je gotovo isti, s tim što se u ovom slučaju primjenjuje emisija termalnih neutrona. Ova metoda, za razliku od metode X-zraka, puno je osjetljivija na promjene gustoće drva, no kao i metoda X-zraka, neutronska metoda ne može jasno razlikovati različite greške drva [16].



Slika 8. Shematski prikaz sistema za detekciju grešaka drva metodom neutronske radiografije (Szymany, R., McDonald, K. A., 1981. [16])

Fig. 8. Configuration of neutron radiography lumber defect detection system (Szymany, R., McDonald, K. A., 1981 [16])

Trenutni zahtjevi doradnih pilana za visoko-automatiziranom proizvodnjom elemenata i nisu toliko veliki, imajući u vidu relativno visoku cijenu sustava automatske detekcije grešaka. Osim toga, mnogi prihvatljivi sustavi detekcije sadrže visoki stupanj opasnosti od zračenja. Drugi opet, zahtijevaju fizički kontakt detektora (skanera) i samog obratka. S obzirom na industrijske uvjete u kojima se vrši prerada drva, fizički kontakt gotovo da nije moguć.

U današnjim zahtjevima tehnologije masivnog drva, može se uočiti zadovoljenje potreba za detekcijom grešaka u optičkim metodama. Kako te metode mogu razlikovati greške skoro kao i ljudsko oko, jasno je da one mogu u potpunosti zadovoljiti tehnološki proces automatske izrade elemenata. Od gore navedenih optičkih metoda za detekciju grešaka obje imaju relativno visoku cijenu koštanja, te je s tim u vezi potrebno razraditi ekonomsku računicu za instaliranje ovakvih sustava.

Pored navedenih optičkih sustava, danas se uglavnom primjenjuje princip obilježavanja grešaka kredom, te bi se usavršavanjem ovog sustava potpuno zadovoljile potrebe tehnologije elemenata.

4. METODE DETEKCIJE GREŠAKA DRVA U DANAŠNJIM INDUSTRIJSKIM UVJETIMA

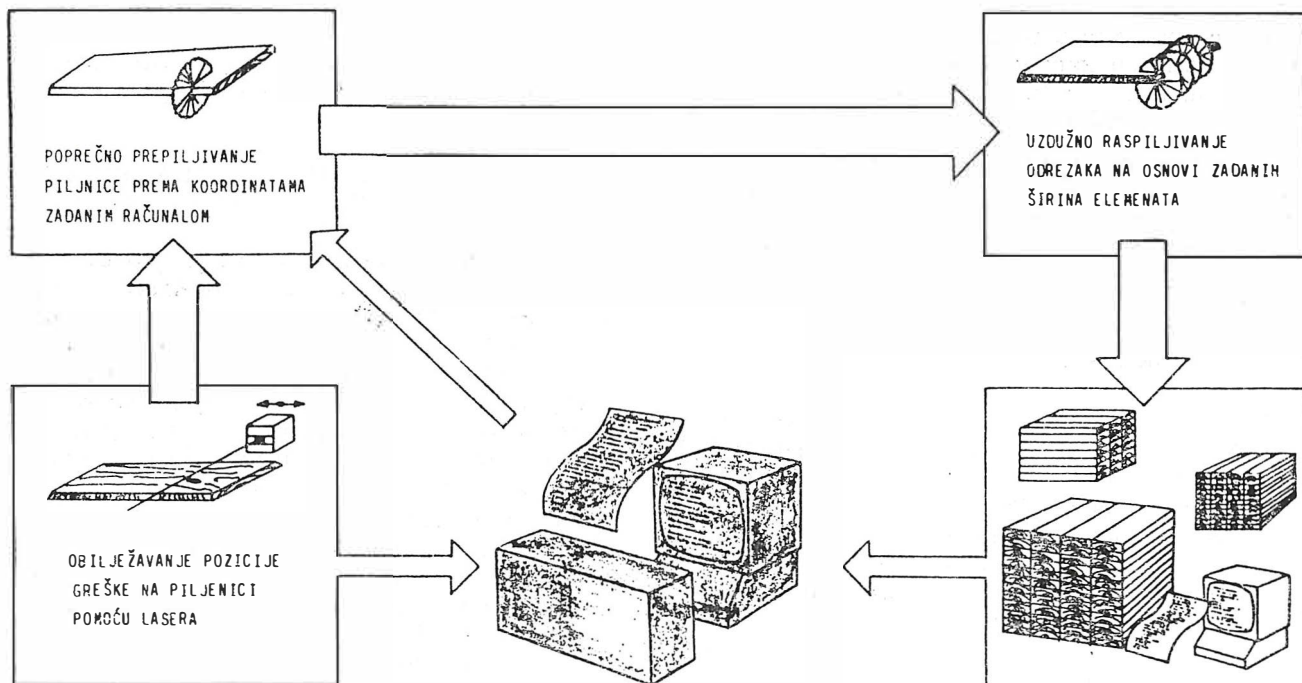
Proizvodnja elemenata složen je proces, kako u organizacijskom, tako i u tehnološkom i tehničkom smislu. S tim u vezi, relativno skupa oprema za automatsku detekciju grešaka još nije našla svoje mjesto u direktnim proizvodnim uvjetima. Iz tog se razloga pokušalo razraditi sustav koji bi uz relativno nisku cijenu i pomoć operatora, mogao zadovoljiti i pilansku preradu i potrebe finalne industrije za kvalitetnim elementima.

Današnje moderne pilane već imaju u svom sustavu mogućnosti djelomične optimizacije u procesima izrade elemenata. Označivanje grešaka na piljenici doduše još nije u potpunosti provedeno no vjerojatno nije ni u dalekoj budućnosti. Današnji sustavi zasnovani su ili na memoriranju pozicije greške na piljenici ili na principu optičkih čitača krede.

Princip rada memoriranja pozicije greške piljenice, zapravo je sustav suboptimalnog prereziivanja piljenica kružnom pilom. Ovaj se sustav najčešće primjenjuje kod poprečno-podužnog načina izrade elemenata. Sustav se sastoji od laserskog pokazivača pozicije greške na piljenici, memorijske jedinice koja memorira sva mjesta označena laserom, računala, kružne pile za poprečni rez, višelisne kružne pile za uzdužni rez i sustava transportera.

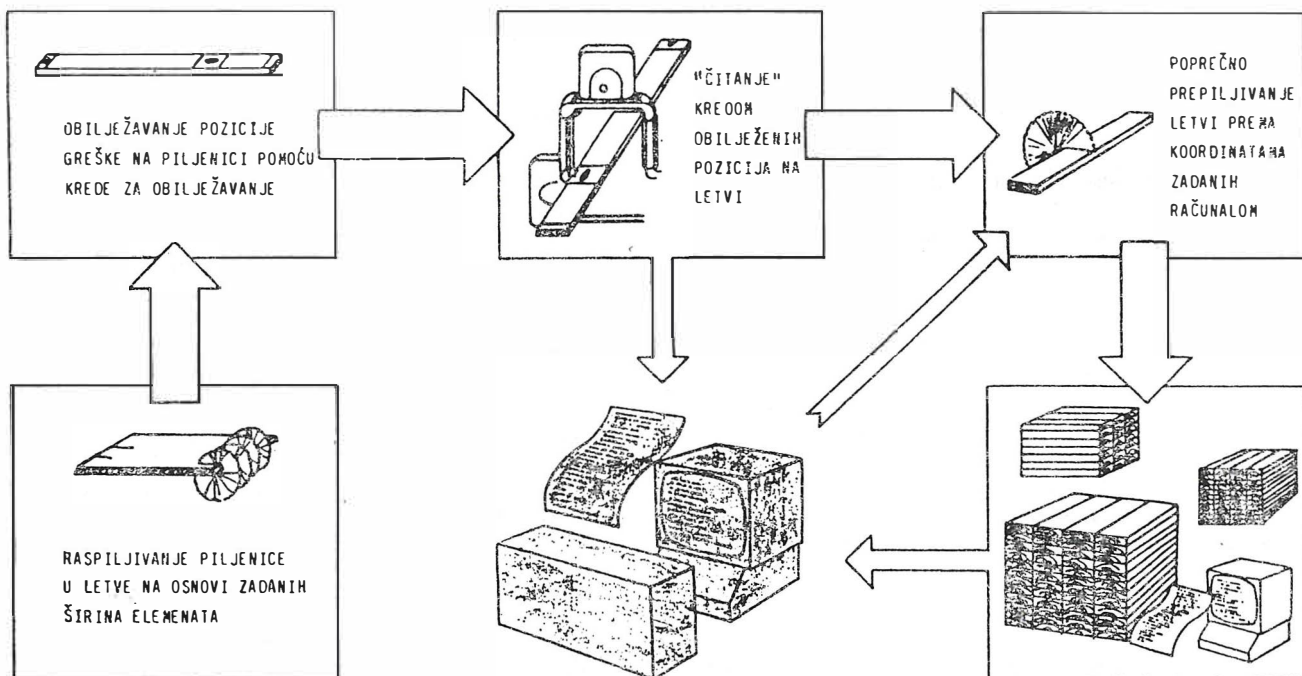
Princip rada je slijedeći. Operater laserskom zrakom određuje početak i kraj piljenice, te mjesta između kojih je potrebno izvršiti poprečno prereziivanje piljenice. Nakon memoriranja tih mjesta piljenica putuje sustavom transportera do kružne pile za poprečni rez, gdje se poprečno prepiljuje na točno određenim mjestima. Ovdje je potrebno napomenuti da se računalom optimizira duljina elemenata (odrezaka) unutar označenih mjesta prema kriteriju specifikacije elemenata. Nastali odresci imaju duljinu budućih elemenata i sustavom transportera se odvođe do višelisne kružne pile, gdje se raspiljuju na širine ili debljine budućih elemenata.

Optički čitači krede se najčešće upotrebljavaju pri izradi elemenata podužno-poprečnim načinom. Nakon izrade letava (koje imaju širinu ili debljinu budućih elemenata) iz piljenica na višelisnoj kružnoj pili, letve se sustavom transportera odvođe do operatera, koji specijalnom reflektirajućom kredom označuje greške na letvama. Nakon označivanja grešaka, letve se odvođe do optičkog čitača krede, koji podatke o poziciji oznake na letvi prenosi u računalo. Nakon »dužinske« optimizacije, odnosno optimalnog uklapanja dužina elemenata u duljine između kredom ozna-



Slika 9. Shematski prikaz optimizacije poprečno-podužnog načina izrade elemenata pomoću laserskog memoriranja pozicije greške piljenice (Babunović, K., 1992. [2])

Fig. 9. Layout of optimized crosscutting — ripping system in production of elements with laser memorized lumber defect position (Babunović, K., 1992 [2])



Slika 10. Shematski prikaz optimizacije podužno-poprečnog načina izrade elemenata pomoću optičkih čitača krede (Babunović, K., 1992. [2])

Fig. 10. Layout of optimized ripping — crosscutting system in production of elements with optical readers of chalk marks (Babunović, K., 1992. [2])

čenih mjesta, letve se odvođe do kružne pile za poprečni rez, gdje elementi dobivaju konačnu zadanu duljinu.

Ovi načini subautomatske izrade elemenata zahvalni su u prvom redu zbog velikog kapaciteta u odnosu na klasične tehnologije. Osim toga or-

ganizacijsko pitanje zadovoljenja specifikacije, isto je tako znatno poboljšano. Prioritetni elementi se prvi izrađuju (prema mogućnostima), a moguća je i intervencija u smislu ulaska u računalo zbog eventualne promjene prioriteta i/ili specifikacije.

5. DISKUSIJA

Nesumnjivo je da u današnje vrijeme treba tražiti pristupe uvođenju novih tehnologija kako u primarnim pilanama, tako i u tehnologijama elemenata. Razvoj elektronske industrije u velikoj mjeri omogućio optimizaciju tehnoloških procesa u tehnologiji masivnog drva. U svakom slučaju korišćenje kompjutorskom i drugim optičkim i elektronskim tehnikama u određenim fazama tehnologije masivnog drva trebalo bi dovesti do daljeg unapređenja ove privredne grane. Tu se prije svega misli na razvoj prilagođen potrebama svake pojedine pilane s obzirom na vrstu drva, kapacitet i ostale parametre koji uvjetuju tehnologiju jedne pilane.

Istraživanja na području nekonvencionalnih načina razdvajanja drva [6, 10, 11, 13, 14], odnose se prvenstveno na razdvajanje drva laserom, vodom i vibrirajućim nožem. U tom su smislu obavljena i neka istraživanja kod nas [6], koja su upozorila na mogućnost upotrebe ovakvih tehnologija. Kombinacija tomografskog snimanja piljenica i optimalno kompjutorsko vođenje nekonvencionalnog alata, predstavljala bi sigurno znatno povećanje iskorišćenja (kvantitativnog, kvalitativnog i vrijednosnog), a isto tako i povećanje produktivnosti.

Trenutno međutim, takve tehnologije nisu upotrebljive, prije svega zbog visoke cijene po jedinici proizvoda. Iz tog se razloga vjerojatno još neće primjenjivati nekonvencionalni načini izrade elemenata, nego se sve više u postojeće tehnologije uvode računala, koja upravljaju proizvodnjom, a što je potrebno posebno naglasiti, optimiziraju raspiljivanje piljenica.

Već je u prethodnoj točki rečeno da postoje optički čitači krede koji zadovoljavaju industrijske uvjete i u ekonomskom i u tehnološkom smislu. S obzirom na mogućnost čitača, moguće je razviti sustav koji bi mogao »čitati« k्रेdu po čitavoj širini piljenice. Dakle moguće je konstruirati čitač krede, koji bi mogao pružiti dovoljno jasnu sliku piljenice sa svim njenim greškama. Takav bi se sustav sastojao od slijedećih dijelova:

1. Skladište piljenica;
2. Stol za označivanje grešaka;
3. Optički čitač krede;
4. Računalo;
5. Linija za poprečno-podužni način izrade elemenata;
6. Linija za podužno-poprečni način izrade elemenata;

7. Skladište elemenata;
8. Sustav transportera.

Stol za označivanje grešaka u stvari je jedino radno mjesto gdje je potreban operator u pravom smislu riječi. Njegov je zadatak zaokruživanje kredom svih grešaka na piljenici koje je potrebno odstraniti. Nakon označivanja grešaka, piljenica prolazi kroz optički čitač krede konstantnom brzinom. Uz pretpostavku da je čitač konstruiran tako da može »pročitati« greške na čitavoj širini piljenice, moguće je u jednom prolazu dobiti tomografsku sliku piljenice sa svim njenim greškama. Nakon toga računalo iz zadane specifikacije elemenata i zadane piljenice s njenim greškama, donosi odluku o načinu izrade elemenata, te usmjerava piljenicu na odgovarajuću liniju za proizvodnju elemenata. Obje linije numerički su upravljane podacima iz računala koje im daje točne koordinate svih rezova (poprečnih i uzdužnih).

Uvođenje sustava za automatsko određivanje načina izrade elemenata (ovog ili nekog drugog), dalji je zadatak istraživačkih timova za poboljšanje proizvodnje elemenata. Optimizacija izrade elemenata dodatni je izazov i zahtijeva interdisciplinarni pristup ovom problemu.

LITERATURA

- [1] Babunović, K.: Optimizacija krojenja piljenica kompjutorskom metodom. *Drvna industrija* 41 (1990) 11—12, 205—208.
- [2] Babunović, K.: Optimizacija krojenja piljenica kompjutorskom simulacijom. Magistarski rad, Sumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb 1992.
- [3] Brežnjak, M.: Drvni elementi — poimanje — proizvodnja — primjena. *Drvna industrija*, 25 (1974) 7—8, 151—155.
- [4] Bruner, C. C., White, M. S., Lamb, F. M., Schroeder, J. G.: CORY: A computer program for determining dimension stock yields. *Forest Product Journal* 39 (1989) 2, 23—24.
- [5] Butković, Đ.: Simuliranje kvalitete piljenica, Bilten korišćenja trupaca kod simuliranog i eksperimentalnog piljenja. *Bilten ZIDI* 7 (1979) 5, 15—33, Sumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- [6] Butković, Đ., Babunović, K.: Primjena laserskog ZIDI 11 (1983) 4, 1—16, Sumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- [7] Creffield, J. W., Beesley, J.: Use of X-rays for monitoring decay in timber panels. *Forest Product Journal* 30 (1980) 6, 48—51.
- [8] Giese, P. J., McDonald, K. A.: OPTYLD — A multiple rip-first computer program to maximize cutting yields. *USDA Forest Service Research Paper FPL-412*, Madison, Wi. 1982.
- [9] Giese, P. J., Danielson, J. D.: CROMAX: A crosscut first computer simulation program to determine cutting yield. *USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. FPL-38*, Madison, Wi. 1983.
- [10] Huber, H. A., McMillin, C. W., Rasher, A.: Economics of cutting wood parts with a laser under optical image analyser control. *Forest Product Journal* 32 (1982) 3, 16—21.
- [11] Huber, H. A., Rudel, S., Mukherjee, K., McMillin, C. W.: Economics of cutting hardwood dimension parts with an automated system. *Forest Product Journal* 39 (1989) 3, 46—50.
- [12] McDonald, K. A.: Lumber defect detection by ultrasonics. *USDA Forest Service Research Paper FPL-311*, Madison, Wi. 1978.
- [13] McMillin, C. W., Connors, R. W., Huber, H. A.: ALPS — A potential new automated lumber processing system. *Forest Product Journal* 34 (1984) 1, 13—21.
- [14] Peters, C. C., Marshall, H. L.: Cutting wood materials by laser. *USDA Forest Service Research Paper FPL-250*, Madison, Wi. 1975.
- [15] Stern, A. R.: Computer optimization of cutting yield from multiple — ripped boards. *USDA Forest Service Research Paper FPL-318*, Madison, Wi. 1978.
- [16] Szymani, R., McDonald, K. A.: Defect detection in lumber: state of the art. *Forest Products Journal* 31 (1981) 11, 34—44.

NAGRADE MOBIL OPTIMUM '92

Na 19. međunarodnom sajmu namještaja AMBIENTA, održanom od 14. do 17. listopada ove godine na Zagrebačkom velesajmu, obavljeno je ocjenjivanje i dodjela priznanja najuspješnijim proizvodima — MOBIL OPTIMUM.

Ocjenjivanje i nagrađivanje uspješno razvijenih proizvoda, u okviru AMBIENTA na Zagrebačkom velesajmu, provodi se neprekidno od 1983. godine. Bila je to, dakle, deseta po redu manifestacija akcije MOBIL OPTIMUM. No, nažalost, iz svima nam dobro poznatih razloga, mjesta i prilike za proslavu tog jubileja nije bilo.

Tijekom proteklih deset godina MOBIL OPTIMUM, mijenjajući i dopunjujući svoje propozicije, nastojao je što bolje se prilagoditi trenutačnim situacijama odnosa proizvodnje, distribucije i potrošnje, te novim teorijskim i praktičnim saznanjima. Mnoga inicijalna načela i ciljevi MOBIL OPTIMUMA doživjeli su znakovite promjene, a neki se nisu uopće uspjeli realizirati. U svakom slučaju iz nas je razdoblje bogato iskustvom koje bi u budućnosti valjalo iskoristiti.

Sa zadovoljstvom možemo ustanoviti da se, usprkos svim promjenama koje su se dogodile u našem društvu i gospodarstvu, MOBIL OPTIMUM u proteklom razdoblju, zahvaljujući organizatoru i interesu proizvođača, održao u kontinuitetu.

Ove godine 15 izlagača prijavilo je ukupno 35 proizvoda za ocjenjivanje. Stručni žiri u sastavu: mr. Andrija Bogner, mr. Božidar Lapaine (predsjednik), mr. Marenka Radoš i dr. Stjepan Tkalec, nakon obavljenog ocjenjivanja svih prijavljenih proizvoda, jednoglasno je predložio organizatoru da se nagrade slijedeći proizvodi:

NAGRADE MOBIL OPTIMUM '92

ZLATNA PLAKETA I DIPLOMA

Za pojedinačni proizvod iz programa pokućstva:

- radni naslonjač PROFILINE, Jadran, Zagreb
dizajn: Mladen Orešić

Za garnituru iz programa pokućstva:

- kuhinja ERIKA, Svea, Zagorje ob Savi

Za pojedinačni proizvod iz programa opreme:

- madrac BRILJANT, Hespo, Prelog

Za garnituru iz programa opreme:

- zidne i podne pločice GRAN PORFIERE, MB-Sport, Zagreb

SREBRNA PLAKETA I DIPLOMA

Za pojedinačni proizvod iz programa pokućstva:

- odlaganje i rad TURBO GOMMINA, MB-Sport, Zagreb

Za garnituru iz programa pokućstva:

- kuhinja SCILA-ORAH, MB-Sport, Zagreb

Za pojedinačni proizvod iz programa opreme:

- blanjalica ROTOLES 400 D, Lestro-Ledinek, Hoče

Za garnituru iz programa opreme:

- garderoba DUO LIFT, Kenda, Zagreb

BRONČANA PLAKETA I DIPLOMA

Za pojedinačni proizvod iz programa pokućstva:

- ormar ON-4/2, DIN Novoselec, Novoselec

Za garnituru iz programa pokućstva:

- sistem pokućstva SNAKE, Exportdrvo, Zagreb
dizajn: Marko Murtić, Art Avangard

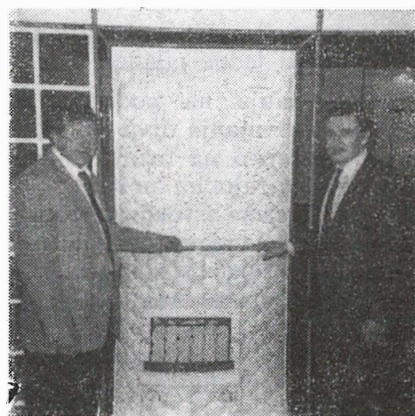
Za pojedinačni proizvod iz programa opreme:

- dvorišna vrata PDV-1, Regeneracija, Zabok

Za garnituru iz programa opreme:

- ploče iz punog drva REPRO-DEL, Repro-rad, Zagreb

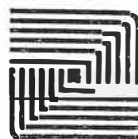
Priznanja MOBIL OPTIMUM uručena su dobitnicima 16. listopada u okviru stručnog savjetovanja: Strategija razvoja i tehnološki razvoj drvene industrije Republike Hrvatske.



Madrac »BRILJANT« proizvođača HESPO — Prelog dobitnik je Zlatne plakete i Diplome na ovogodišnjoj izložbi namještaja. Posebno treba istaknuti da je ovo jedini proizvod na izložbi koji je razvijen na osnovi znanstvene i stručne suradnje s djelatnicima Šumarskog fakulteta u Zagrebu. Specijalna konstrukcija i izvedba zasnovane na rezultatima razvojnih istraživanja, omogućuju optimalno prilagođivanje tijela i visoki indeks udobnosti.

B. Lapaine

IZ PODUZEĆA



CROATIADRVO

D.D.

PODUZEĆE ZA UNAPREĐENJE I RAZVOJ PROIZVODNJE
I TRGOVINU DRVNIM PROIZVODIMA I PAPIROM D.D.

TKO SMO?

CROATIADRVO d. d. je poduzeće za unapređenje i razvoj proizvodnje i trgovinu drvnim proizvodima i papirom s potpunom odgovornošću. Osnovano je u travnju 1991. godine i pravni je slijednik POSLOVNE ZAJEDNICE za proizvodnju i promet drvom i drvnim proizvodima i papirom Zagreb.

CROATIADRVO d. d. je dioničarsko društvo 85 dioničara društvenih poduzeća iz Hrvatske iz područja:

- drvne industrije
- proizvodnje i prerade papira
- trgovine drvnim proizvodima
- komplementarne djelatnosti.

ORGANI d. d. su:

- Upravni odbor od 11 članova
- Skupština od 85 članova

Dioničari CROATIADRVA čine jezgru INDUSTRIJSKE PRERADE DRVA Hrvatske; jer:

- zapošljavaju oko 50.000 radnika ili 10,2% zaposlenih u industriji
- ostvaruju izvoz cca 400 mil. USD
- ostvaruju 8,3% društvenog proizvoda Hrvatske i 14,5% njenog robnog izvoza

OBAVLJAMO ZAJEDNIČKE POSLOVE za dioničare koji se odnose na:

- unapređivanje normi, te uvođenje i primjenu europskih normi u proizvodnji, trgovini i poslovanju.

INORMIRAMO iz područja:

- marketinga
- tehnike i tehnologije
- ekonomike i privrednih kretanja

PROJEKTIRAMO I RADIMO NA PROGRAMIMA samostalno ili u timu:

- strategije razvoja i prerade drva
- revitalizacije i sanacije poduzeća
- razvojne programe
- programe pretvorbe
- procjene imovine
- analiza tržišta

SVE OSTALE POSLOVE NA ZAHTJEV DIONIČARA i drugih zainteresiranih iz oblasti proizvodnje, prerade i prometa drva, drvnih proizvoda, te papira i papirnih proizvoda.

KAKVI SU NAM PLANOVI?

Drvno-prerađivačkom kompleksu dati status i značaj koji mu pripada u privredi Hrvatske.

CROATIADRVO će s vlastitim kadrovskim potencijalom, stručnim vanjskim suradnicima, te informativnom podrškom aktivno pomagati i učestvovati u:

- vlasničkoj transformaciji
- programskom i organizacijskom prestrukturiranju i osposobljavanju za tržište Europe
- stvaranjem novog imagea europskog ranga na elementima visoke kvalitete i poslovnosti i
- izgradnji informativnog sustava.

ŠTO RADIMO?

Pojedinačno svaki naš dioničar o SEBI zna NAJVIŠE.

O organima koje zastupamo i svima zajedno MI ZNAMO NAJVIŠE!

Zbog toga smo kompetentni da:

ZASTUPAMO:

- interese dioničara iz oblasti prerade drva i papira, te trgovine drvom prema državi i državnim institucijama sa stalnim kontaktima s odgovarajućim ministarstvima
- granske interese prema HRVATSKIM ŠUMAMA i drugim javnim poduzećima, te Gospodarskom komorom s ugovornim poslovima
- interese poslodavaca u kolektivnim ugovorima i tarifnom pregovaranju sa sindikatima

ŠTO NAM JE ZADATAK?

Da dajemo stručnu pomoć i podršku dioničarima u ostvarenju ciljeva:

- da do 1995. godine ukupni izvoz grana 122, 123 i 124, dostigne iznos 800 mln. USD
- da se 50—60% proizvodnje izveze na inozemno tržište
- da se na kvalitetan način zadovolje potrebe za domaćem tržištu
- da se potakne razvojni proces u svim granama i da adekvatan doprinos obnovi i izgradnji Hrvatske
- da se zaposlenima u ovim granama osigura povoljni rang u privredi Hrvatske
- da se postane ravnopravni član granskih europskih asocijacija.

Znanstveno-stručno savjetovanje

STRATEGIJA RAZVOJA U PRERADI DRVA REPUBLIKE HRVATSKE

Na ovogodišnjem 19. međunarodnom sajmu namještaja, prateće industrije i unutrašnjeg uređenja AMBIENTA '92 održanom u listopadu na Zagrebačkom velesajmu, organizirano je i tradicionalno savjetovanje, kao središnja prateća manifestacija.

Znanstveno-stručni skupovi na AMBIENTI tradicionalno su sastajalište stručnih i poslovnih ljudi iz drvne struke. U današnje vrijeme, kada nam je rat poremetio aktivnosti na prestrukturiranju poduzeća, nastojimo s još više razumijevanja i snage pokrenuti niz aktivnosti kako bismo razvoj drvne industrije doveli u korak s industrijski razvijenim zemljama.

Mnoga su poduzeća trenutno u fazi promjena ili u traženju spasonosnih rješenja kako da prežive, kako da obнове porušeno, te tako nađu put oporavka i podignu proizvodnju koja će omogućiti normalan život i osigurati dalji razvoj.

Hrvatska, kao rijetko koja europska zemlja, raspolaže autohtonim šumama od kojih je jedan dio velike vrijednosti i čini izvor sirovine visoke kvalitete, koja preprađena u vrijedne industrijske proizvode može jamčiti stalno zapošljavanje i dobar životni standard.

U industrijskoj preradi drva doći će do znatnih strukturnih i drugih promjena, a najveće se očekuju u industriji namještaja, gdje će se nastojanjem za uklanjanje monopola doći do konkurentske borbe u prilagođavanju zahtjevima tržišta. U takvim kretanjima doći će do formiranja programski specijaliziranih poduzeća s tehnološkim kapacitetima optimalnih veličina. Neophodnim ulaganjem kapitala poduzeća će se opremiti suvremenom fleksibilnom tehnologijom, koja će omogućiti veću produktivnost i visoku kvalitetu obrade.

Savjetovanje je organizirano radi izlaganja problematike strategije razvoja domaće drvne industrije i njena budućeg položaja u svijetu, poticanja aktivnosti tržišnog prestrukturiranja, te utvrđivanja smjernica u rješavanju tržišnih, proizvodnih i organizacijskih problema, te druge problematike vezane za znanost i obrazovanje stručnih kadrova.

Organizatori savjetovanja bili su ZAGREBAČKI VELESAJAM i ZAVOD ZA ISTRAŽIVANJA U DRVNOJ INDUSTRIJI Šumarskog fakulteta u Zagrebu. Savjetovanje je otvorio dekan Šumarskog fakulteta u Zagrebu prof. dr. MLADEN FI-

GURIĆ, koji je u uvodnom izlaganju istaknuo kako dosadašnji gospodarski koncept razvoja drvne industrije nije dao željene rezultate, te je potrebno poticati tržišne i istraživačke koncepcije koje će u budućem razvoju utjecati da ova godina postane jednom od najakumulativnijih u industriji Hrvatske

Na savjetovanju su izneseni referati čiji sadržaj donosimo u obliku sažetaka. Prvog dana savjetovanja, 15. listopada, održan je njegov prvi dio pod naslovom »STRATEGIJA MOGUĆNOSTI RAZVOJA DRVNE INDUSTRIJE REPUBLIKE HRVATSKE«.

Prof. dr. RUDOLF SABADI i HRASLAV JAKOVAC, dipl. ing.
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Objektivne mogućnosti razvoja i očekivani gospodarski učinci u preradi drva u Republici Hrvatskoj

Rekonstruiranje drvne industrije, koje je započelo prije dvije godine, ozbiljno je usporeno ratom. Kako će Hrvatska postati članom MMF-a, a vjerojatno i EZ-a, neće po svemu sudeći biti potrebno veće državno zaduživanje, već će se rekonstrukcija i oživljavanje privrede financirati privatnim sredstvima ili pretežito njima. Neizbježno će biti stvaranje tržišta kapitala, pa će se pokazati da velik dio privrede neće trebati velika sredstva, jer će postojeća biti daleko bolje iskorištena. Poratno povećanje potražnje, smanjenje uloge države u donošenju poslovnih odluka, pridonijet će oporavku hrvatskog gospodarstva, posebno drvne industrije. Neke pak stvari valja znanstveno proučiti, a to je eliminacija monopola.

Prof. dr. SLAVKO MATIĆ Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Razvoj šumarstva s gledišta osiguranja sirovinске baze prerade drva u Republici Hrvatskoj

U radu su izneseni podaci o razvoju hrvatskog šumarstva u povijesti, te njegovim osobinama danas, posebno sa stajališta proizvodnje drvne mase i općekorisnih funkcija. Izneseno je mišljenje o stanju i problemima šumarstva u današnjim gospodarskim i ekološkim uvjetima, strukturni pokazatelji šuma Hrvatske, općekorisne funkcije šuma, te aktualni problemi danas prisutni u šumarstvu. Posebno je izneseno viđenje razvoja šumarstva u vezi s razvojem industrijske prerade drva.

Mr. FERDINAND Laufer
»Croatia drvo« — Zagreb

Tržišne strategije za drvnu industriju namještaja u Europi

Europa je bogata, velika, višenarodna, različita i skupa, ustvrdio je u svom izlaganju mr. F. Laufer, predstavljajući svoje istraživanje kojim se traži odgovor na pitanje kako se postaviti i koju poduzetničku akciju odabrati. Navodi se da je samo desetak hrvatskih poduzeća sposobno za europski marketing. Za njihovo bolje snalaženje na tržištu na kojem već djeluje oko 60 tisuća proizvođača i oko 75 tisuća trgovaca namještajem ponudeno je nekoliko strategija, provjerenih i pouzdanih. Važno je pravilo ocijeniti vlastite mogućnosti i odabrati pravu strategiju.

Prof. dr. GOROSLAV KELLER
Ekonomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Strategija definiranja proizvodnih programa u drvnoj industriji

Dok je dizajn u svijetu u fazi svoje zrelosti, kao priznata i renomirana profesija, u nas počinjemo kreirati i učiti, ali presporo. Da li ćemo i kada postati ravnopravan parametar ili kolonija u razmjeni ideja, ovisit će prije svega o tome koliko ćemo naučiti i koje će posljedice sadašnjeg stanja utjecati na uvođenje inovacija.

Prof. dr. BORIS LJULJKA i prof. dr. STJEPAN TKALEC
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Tehnološki razvoj u funkciji više kvalitete finalnih proizvoda

Intenziviranjem aktivnosti na prestrukturiranju proizvodnje namještaja i drugih finalnih proizvoda usporedno se javlja potreba razvoja i uvođenja suvremene fleksibilne tehnologije kojom će se postizati visoka kvaliteta obrade i povećanja produktivnosti rada. Uvođenje visoke tehnologije zahtijeva i kadrove specijalizirane za izvođenje novih programa u suvremeno organiziranim proizvodnim sustavima.

Prof. dr. MLADEN FIGURIĆ
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Utjecaj izbora strategije razvoja drvne industrije na organizacijsku strukturu

U radu su prikazane neke strategije razvoja prerade drva Hrvatske, kojima se zalaže za prihvaćanje tzv. strategije radikalnih pro-

mjena. Uz osnovne značajke strategije prikazani su i utjecaji izabrane strategije na promjene u makro- i mikro-organizacijskoj strukturi poduzeća, gdje se predlažu za prihvaćanje ideje o ravnopravnom životu različitih organizacijskih modela. Na kraju je diskusija o pretpostavkama za sprovođenje iznesenog u drvnoj industriji kod nas.

Drugog dana savjetovanja 16. listopada održan je drugi dio savjetovanja pod naslovom »TEHNOLOŠKI RAZVOJ DRVNE INDUSTRIJE U FUNKCIJI RESURSA I PODIZANJA KVALITETE FINALNIH PROIZVODA«.

DALIBOR SALOPEK, dipl. ing* i doc. dr. FRANJO PENZAR**

* »Lesnina« IGT — Zagreb, ** Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Pristup operacionalizaciji jedne koncepcije razvoja prerade drva

U radu je iznesena jedna koncepcija prerade tvrdih listača kojom bi se putem integracije tehnologija primarne i polufinalne prerade dobili proizvodi koji bi na tržištu ostvarili najbolje financijske efekte, te kao takvi zaslužuju pozornost u smislu dalje razrade ponuđenog koncepta i njegove realizacije. Na koncept prerade masiva nadovezuje se industrija furnira.

Proizvodnja konstrukcijskih i plemenitih furnira ima čvrsto mjesto na tržištu, a potražnja tih proizvoda je u stalnom porastu. Značajka tehnologije proizvodnje furnira, furnirskih ploča i sličnih proizvoda, sastoji se u proširenju asortimana i uvođenju suvremenih integriranih tehnologija kojima se povećava iskorištenje sirovine i postiže tražena kvaliteta proizvoda.

Prof. dr. VLADIMIR BRUČI
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Razvoj industrije furnira i ploča u Hrvatskoj

Danas su proizvodi furnira i ploča najvećim dijelom definirani. Riješeni su tehnički i gospodarski problemi njihove proizvodnje i u-

potrebe. Dalje usavršavanje proizvodnje usmjereno je na dopunjavanje i proširenje tehničkih i gospodarskih osnova u vezi s postupcima i sirovinom, usavršavanje postupaka i poboljšavanje kvalitete, proširenje područja upotrebe, te povećanje proizvodnje i upotrebe furnira i ploča.

Doc. dr. IVICA GRBAC i prof. dr. BORIS LJULJKA

Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Novi materijali i tehnologije u funkciji podizanja kvalitete namještaja

U radu su iznesene osnovne postavke kvalitete proizvoda i očekivanja drvne industrije Hrvatske u odnosu na nove materijale i tehnologije. Analizirane su neke perspektivne tehnologije a posebno uloga CIM-sustava u proizvodnji ojastučenog namještaja. S obzirom na aktualnu problematiku zapaljivosti ojastučenog namještaja pažnju treba posvetiti novim materijalima kod namještaja za kućnu upotrebu. Dan je sažet prikaz ispitivanja zapaljivosti madraca, tzv. »cigaret-testom«.

Mr. HRVOJE TURKULIN i mr. ANDRIJA BOGNER

Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Trendovi razvoja drvne građevne stolarije u Europi

Perspektiva upotrebe drva u graditeljstvu usko je vezana uz zahtjeve za visokom tehničkom i estetskom razinom kakvoće ovih proizvoda. Primjena drva za izradu prozora vezana je, međutim, uz niz funkcijskih, tehničkih, tehnoloških, ekonomsko-tržišnih, ekoloških i estetskih zahtjeva koji se postavljaju na ove proizvode i čije istovremeno uočavanje upućuje na potrebu dosizanja povećane kvalitete, ali otkriva i mogućnosti postizanja tražene razine kvalitete.

Proizvodnja drvenih prozora i vrata prebrodila je veliki šok trenda supstitucije drva drugim materijalima, te je situacija na europskom tržištu u pogledu mjesta i uloge drva u proizvodnji stolarije sve stabilnija.

Mr. BOŽIDAR LAPAINE, dipl. ing. arh. Samostalni profesionalni dje-latnik — Zagreb

Dizajner u neposrednoj suradnji na realizaciji novog proizvodnog programa

Iznesena je metoda koja na jednostavan i grafički jasan način daje korisniku uvid u trenutačno i planirano, odnosno željeno, ciljno stanje tehnologije i tržišta. Taj uvid u činjenično stanje služi utvrđivanju projektnog zadatka za novi proizvod ili proizvodni program. Osim opisa metode dani su i primjeri iz prakse.

RADOSLAV JERŠIĆ, dipl. ing. i mr. PAVAO MRAVUNAC

»TILIA'CO« d. o. o. — Zagreb

Gospodarstvena struktura finalne prerade drva i kvaliteta proizvoda

U radu je usredotočena pažnja na povezanost gospodarstvene strukture finalne prerade drva i realne kvalitete proizvoda, koju je moguće u takvoj strukturi polučiti.

Kvaliteta proizvoda i proizvodnje su »alfa i omega« profita u modernoj strategiji poduzeća i biznisa razvijenih zemalja, kojeg je princip utrke za kvalitetom doveo do samog vrha ekonomske moći svijeta.

Pitanja koja proizlaze iz ove teme i mogući odgovori imaju presudno značenje za realnu ocjenu potencijala gospodarstvene strukture drvne industrije Hrvatske, te omogućuju trezvenu prosudbu strateškog razvoja.

* * *

O referatima prvog i drugog dana savjetovanja održana je diskusija. U diskusiji su brojni sudionici savjetovanja pokazali zanimanje za problematiku koja trenutno zaukuplja stručnu javnost, a posebno stručnjake u razvoju na kreiranju buduće proizvodnje. Referati sa savjetovanja tiskani su u Zborniku radova koji se može nabaviti kod organizatora savjetovanja.

Tradicionalni susreti nastavljaju se na AMBIENTI '93 s novim temama radi rješavanja aktualne problematike naše struke.

Prof. dr. Stjepan Tkalec

NOVI ZNANSTVENI RADNICI IZ OBLASTI BIOTEHNIČKIH ZNANOSTI

Dr. TRAJČE MANEV



Dne 3. travnja 1992. Trajče Manev obranio je na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu disertaciju pod naslovom **ISTRAŽIVANJE UTJECAJA MOČENJA NA KVALITETU POVRŠINSKE OBRADE NAMJEŠTAJA**.

POSTUPAK

Temu disertacije odobrilo je Znanstveno-nastavno vijeće Šumarskog fakulteta u Zagrebu 19. 12. 1987. Disertaciju je pozitivno ocijenila komisija u sastavu prof. dr. Boris Ljuljka — Šumarski fakultet Zagreb, prof. dr. Veljko Stefanovski — Šumarski fakultet Skopje i prof. dr. Stjepan Tkalec — Šumarski fakultet Zagreb.

Kandidat je uspješno obranio disertaciju pred komisijom u sastavu prof. dr. Boris Ljuljka, prof. dr. Zora Žerdik-Smolčić — Fakultet strojarstva i brodogradnje Zagreb i prof. dr. Stjepan Tkalec.

BIOGRAFSKI PODACI

Trajče Manev rođen je 06. 02. 1946. u Dolnom Čičevu, T. Veles, Republika Makedonija. Osnovnu školu završio je u Gradskom, srednju u Kavadarcima, a Šumarski fakultet u Skopju, gdje je diplomirao 1971. godine.

Godine 1970. zaposlio se u DIK TRESKA — pogon u Miravcima, a 1973. godine nastupio je na dužnost asistenta Šumarskog fakulteta u Skopju iz predmeta »Finalna prerada drva«.

U toku 1981. godine stekao je akademski stupanj magistra nauka

drvne industrije na Šumarskom fakultetu u Beogradu, obranivši uspješno magistarski rad pod naslovom »Ispitivanje nekih fizičkih svojstava oplemenjenih furnirskih ploča«.

U toku školske godine 1976/77. dobio je jednogodišnju stipendiju ustanove Deutscher Akademischer Austauschdienst za boravak u Visokoj stručnoj školi za drvnu tehniku u Rosenheimu.

PODACI O DISERTACIJI

Disertacija je podijeljena u 7 poglavlja: 1. Uvod, 2. Neki osnovni podaci o furnirima, hrapavosti površine, kvašenju površine i močilima, 3. Dosadašnja istraživanja, 4. Cilj istraživanja, 5. Metoda rada, 6. Rezultati istraživanja, 7. Zaključak i Literatura.

U uvodu je napravljen pristup cjelokupnoj materiji disertacije. U drugom poglavlju dani su osnovni podaci o furnirima kakvi su se koristili u radu, o hrapavosti površine, kvašenju površine i o močilima. Treće poglavlje sadrži dosadašnja istraživanja. Tu su detaljno analizirani pojmovi, standardi, mjerni instrumenti i istraživački radovi o kakvoći površine. Analizirani su radovi koji se odnose na čimbenike koji utječu na kakvoću brušenja drvnih površina, kao što su vrsta drva, granulacija abraziva i smjer brušenja. Dosadašnja istraživanja svojstava prevlaka, kao što su sjaj, debljina, prionljivost, elastičnost i tvrdoća, te tehnoloških postupaka, temeljito su obrađena.

Kao cilj rada postavljeno je istraživanje utjecaja granulacije abraziva i postupka močenja na kvalitetu nelakiranih i lakiranih površina, te na neka fizikalna i mehanička svojstva prevlake.

Istraživanja su provedena na pločama ivericama furniranim hrastovim, bukovim i borovim furnirom. Ovo je dobar odabir, jer osigurava specifične reprezentante u pogledu anatomske-tehnoloških osobina komercijalnih vrsta drva. Uzorci su se brusili ostrim abrazivom od elektrokorunda kombinacijama granulacija i smjerova brušenja; 100 poprečno + 150 uzdužno i 120 poprečno + 150 poprečno + 180 uzdužno, te močili vodenim močilom, nitrotemeljnom i uljnom temeljnom bojom. Lakiranje je izvedeno temeljnim i pokrivnim nitroceluloznim lakovima: 40 g/m² temeljni lak valjčanjem, međubrušenje, 80 g/m² temeljni lak nalijevanjem i 120 g/m² završni lak nalijevanjem.

Mjerenje hrapavosti vršeno je poslije brušenja, močenja i lakira-

nja profilometrom — profilografom Talysurf 6. Referentna dužina iznosila je 0,8 mm. Kao parametri za ocjenu hrapavosti uzeti su R_a, R_v i R_z.

Mjerenje sjaja provedeno je instrumentom s geometrijom 45°/45° i zaslonom 1,3 mm, mjerenje debljine filma po Rosmanu, prionljivosti križnim zarezivanjem, pod malim kutom, elastičnosti filma utiskivanjem stošca prema modificiranoj metodi po Bacheru i tvrdoći po Bucholzu.

Postupak istraživanja i prikaz rezultata istraživanja omogućuje usporedbu utjecaja slijedećih čimbenika:

- režimi brušenja, 100 + 120 i 120 + 150 + 180
- prethodna obrada vodenim močilom, nitrotemeljnom bojom i uljnom temeljnom bojom
- lakiranje jednim, dva i tri sloja laka.

Utjecaj tih čimbenika očitovao se u hrapavosti površine u svim fazama obrade, sjaju lakirane površine, debljini, prionljivosti, elastičnosti i tvrdoći prevlake na tri istraživane vrste drva: bukovini, hrastovini i borovini uz prethodnu obradu vodenim močilom, nitrotemeljnom bojom i uljnom temeljnom bojom. Jedni rezultati potvrdili su, ali i kvantificirali pojave poznate u praksi. Drugi pak rezultati upozorili su na sasvim drugačije odnose od očekivanih, kao što je npr. visoka prionljivost laka na uljnoj temeljnoj boji i specifičnost borovine i hrastovine kao podloge za površinsku obradu.

Tema ove disertacije nalazi se u području površinske obrade drva i odnosi se na postupke brušenja, promjene boje i nanošenje zaštitnih prevlaka. U svemu tome središnje mjesto zauzimaju postupci močenja i postignuta kakvoća površine. Opće je priznata važnost površina i istraživanje veza karakteristika površine s fizikalnim i mehaničkim osobinama. Ishodeći iz toga može se zaključiti da je tema disertacije interesantna za znanost, kao i za praksu.

Postignuti rezultati posebno su zanimljivi zbog malobrojnih istraživanja vezanih uz močenje i nanošenje temeljnih boja s jedne strane, i s druge strane uočeni su neki trendovi i kvantificirane neke veličine i odnosi.

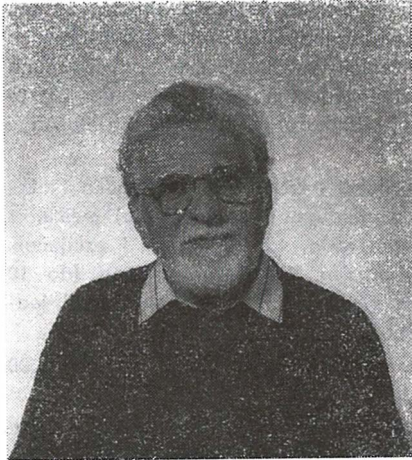
Teoretskim aspektima kvašenja i obojenja površine, te njihovu povezivanje s postignutim rezultatima poklonjena je premlena pažnja.

Rad je novi pozitivan prilog znanosti područja Drvne tehnologije i discipline Površinska obrada drva.

Prof. dr. Boris Ljuljka

IN MEMORIAM

GUSTAV HÖLBL, dipl. ing.
(1926—1992.)



Dne 15. svibnja 1992. preminuo je Gustav Hölbl, dipl. ing., uvaženi stručnjak za šumarstvo i drvenu industriju, ljubitelj drvene struke, neumorni djelatnik na unapređivanju i tehnološkom razvoju mnogih poduzeća diljem Hrvatske.

Gustav Hölbl ispraćen je uz brojne počivaocce, kolege suradnike i predstavnike brojnih poduzeća, na svoje posljednje prebivalište na

zagrebačkom groblju Mirogoj. Njegovi najbliži suradnici oprostili su se od kolege Gustava bolnim riječima tuge zbog iznenadnog gubitka ovog vrsnog i priznatog stručnjaka, te nizom zahvala za sve što je učinio za one koji su s njime živjeli, radili, putovali, stvarali i voljeli se.

Gustav Hölbl rođen je 16. veljače 1926. u Vuzenici kraj Drave, gdje je ponikao iz ugledne i prave gospodarske obitelji. Školovao se u Zagrebu, gdje je 21. 07. 1953. diplomirao na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Nakon studija zaposlio se u drvenoj industriji Gorskog Kotara gdje je povezo tradiciju šumarske i drvene struke sa svojim suvremenim pogledima i kreativnim sposobnostima za uvođenje boljih rješenja radi unapređivanja proizvodnje. Među Goranima je proveo punih deset godina, za koje je vrijeme postignut najintenzivniji razvoj drvene industrije tog kraja, a posebno razvoj finalne proizvodnje. Iz Delnica je otputovao u Njemačku, gdje je svoj stručni rad nastavio u tvrtki »Ekkehard Kempf« kao stručni savjetnik za primjenu najnovijih strojeva i suvremenih tehnoloških rješenja u obradi drva.

Svoje djelovanje pretežno je usmjerio na skoro sva industrijska poduzeća u Hrvatskoj, gdje je neobično pomogao mladim i starijim kolegama u svladavanju tehnološke problematike.

Najduže je radio u poduzeću »Drvo« — Rijeka u kojem je pro-

veo punih 16 godina, sve do umirovljenja prije nepune dvije godine. Ni tada nije mirovao, posvetio se svojim starijim ljubavima za koje ranije nije imao dosta vremena, to je povijest umjetnosti, sakupljanje starina, prevodenje stručnih tekstova s njemačkog jezika, lov i boravak u prirodi.

Kolega Gustav je danas mnogim priznatim stručnjacima u drvenoj industriji bio prvi učitelj iz tehnologije prerade i obrade drva. Prenošenjem stručnih znanja i iskustva od strane vrhunskih tehnologija Zapada postao je pionir transfere svjetske tehnologije u naša poduzeća, u vrijeme kada je naša drvena industrija bila na vrlo niskom razvojnom stupnju, te je njegova usamljena pomoć tada bila od velike koristi.

Kolega Gustav ispunio je svoj inženjerski dug prema nama i struci kojoj je pripadao. Istina o njegovoj vrijednosti je istina o nama s kojima je surađivao i o našoj sposobnosti da prepoznamo ljude koji su nam mnogo dali i mnogo značili. On je jednom rekao: »Budite savjesni u svom radu i poštujujte iskrena nastojanja drugih, to je teško, ali se isplati«. Budimo takvi, to će ujedno biti najveća zahvalnost njemu za sve dobro što je učinio.

Sjećanje na kolegu Gustava ostat će trajno u našim srcima. Neka počiva u miru Gospodnjem!

Dr. Stjepan Tkalec

NOVOSTI IZ TEHNIKE

ZBRINJAVANJE UTROŠENIH PROIZVODA —
BRIGA PROIZVOĐAČA

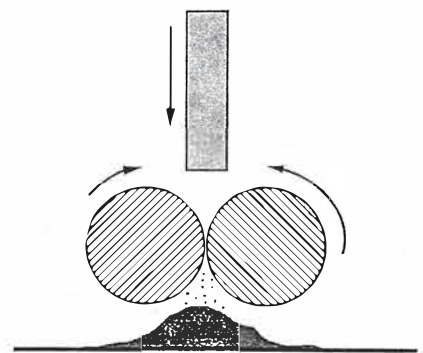
Zbrinjavanje otpada jedan je od velikih problema pri aktivnostima očuvanja okoline. Danas se otpad razvrstava sve više prema stupnju kojim opterećuje okolinu i mogućnosti recikliranja, pa su za zbrinjavanje otpada potrebni sve složeniji postupci. Tako npr. ambalaža od materijala za površinsku obradu ima utvrđen način zbrinjavanja, a provedba postupka briga je proizvođača tih sredstava.

Utrošeni namještaj također je poseban otpad sa skupim postupkom zbrinjavanja. Nedavno je u SR Njemačkoj osnovana tvrtka koja se bavi tim poslom uz prosječnu cijenu po komadu namješt-

taja, odnosno dužnom metru regala od oko 70 DM.

Mekana poliuretanska spužva primjenjuje se u izradi namještaja i automobilskih sjedala. Tvrtka BAYER (SR Njemačka) razradila je tehnologiju za recikliranje tog materijala. Razvijen je poseban postupak mljevenja spužve u sitni prah i to između dvaju valjaka koji se okreću različitim brzinama (vidi sliku). Mljevenjem se postiže srednja veličina čestica ispod 100 µm. Taj se prah nosi u polirolnu komponentu i nakon dodatka izocijanata uspjeni.

Ovi primjeri upućuju nas da već u razvoju proizvoda moramo raz-



Schema mlina za PU-spužvu

mišljati o recikliranju ili pogodnom zbrinjavanju otpada.

B. Lj.

UPUTE AUTORIMA

Prilikom pripreme rukopisa za tisak molimo autore da se pridržavaju sljedećeg:

— Rad treba biti napisan u trećem licu, koncizan i jasan, te metrološki i terminološki usklađen.

— Radove treba pisati uz pretpostavku da čitatelji poznaju područje o kojem se govori. U uvodu treba iznijeti samo što je prijeko potrebno za razumijevanje onoga što se opisuje, a u zaključku ono što proizlazi ili se predlaže.

— Tekst rada treba pisati strojem, samo s jedne strane papira formata A4 (ostaviti lijevi slobodni rub od najmanje 3 cm), s proredom (redak oko 60 slovnih mjesta, a stranica oko 30 redaka), i s povećanim razmakom između odlomaka.

— Opseg teksta može biti najviše do 10 tipkanih stranica. U iznimnim slučajevima može Urednički odbor časopisa prihvatiti radove i nešto većeg opsega, samo ukoliko sadržaj i kvaliteta tu opsežnost zahtijevaju.

— Naslov rada treba biti kratak i da dovoljno jasno izražava sadržaj rada. Uz naslov treba navesti i broj UDK (Univerzalna decimalna klasifikacija), odnosno ODK (Oxfordska decimalna klasifikacija). Ako je članak već tiskan ili se radi o prijevodu, treba u bilješci na dnu stranice (fusnoti) navesti kada je i gdje je tiskan, odnosno s kojeg jezika je preveden i tko ga je preveo i eventualno obradio.

— Naslove, podnaslove u članku, opise slika i tablica treba napisati na hrvatskom i engleskom (ili njemačkom) jeziku.

— Fusnote glavnog naslova označavaju se npr. zvjezdicom, dok se fusnote u tekstu označavaju redosljedom arapskim brojem kako se pojavljuju, a navode se na dnu stranice gdje se spominju. Fusnote u tablicama označavaju se malim slovima i navode se odmah iza tablice.

— Jednadžbe treba pisati jasno, kompaktno i bez mogućih dvosmislenosti. Za sve upotrebene oznake treba navesti nazive fizikalnih veličina, dok manje poznate fizikalne veličine treba i pojmovno posebno objasniti.

— Obvezna je primjena SI (Međunarodnih mjernih jedinica), kao i međunarodno preporučenih oznaka češće upotrebljivanih fizikalnih veličina. Ako se u potpunosti ne primjenjuju veličinske jednadžbe, s koherentnim mjernim jedinicama, prijeko je potrebno navesti mjerne jedinice fizikalnih veličina.

Tablice treba redosljedno obilježiti brojevima. Tablice i dijagrame treba sastaviti i opisati tako da budu razumljivi i bez čitanja teksta.

— Sve slike (crteže i fotografije) treba priložiti odvojeno od teksta, a na poledini — kod neprozirnih slika (ili sa strane kod prozirnih) olovkom napisati broj slike, ime autora i skraćeni naslov članka. U tekstu, na mjestu gdje bi autor želio da se slika uvrsti u slog, treba navesti samo redni broj slike (arapskim brojem). Slike trebaju biti veće nego što će biti na klišejima (najpogodniji je omjer 2:1).

— Crteže i dijagrame treba uredno nacrtati i izvući tušem

na bijelom crtaćem papiru ili pauspapiru (širina najdeblje crte, za spomenuti najpogodniji omjer, treba biti 0,5 mm, a ostale širine crta 0,3 mm za crtkane i 0,2 mm za pomoćne crte). Najveći format crteža može biti 34×50 cm. Sav tekst i brojke (kote) trebaju biti upisane s uspravnim slovima, a oznake fizikalnih veličina kosim, vodeći računa o smanjenju slike (za navedeni najpovoljniji omjer 2:1 to su slova od 3 mm). Fotografije trebaju biti jasne i kontrastne.

— Odvojeno treba priložiti i kratak sadržaj članka (sažetak) na hrvatskom i engleskom (ili njemačkom) jeziku, iz kojeg se razabire svrha rada, važniji podaci i zaključak. Sažetak može imati najviše 500 slovnih mjesta (do 10 redova sa 50 slovnih mjesta) i ne treba sadržavati jednadžbe ni bibliografiju.

— Sažetak na stranom jeziku može imati najviše 1000 slovnih mjesta.

— Radi kategorizacije članaka po kvaliteti, treba priložiti kratak opis »u čemu se sastoji originalnost članka« s kojim će se trebati suglasiti i recenzent.

— Obvezno je navesti literaturu, koja treba biti selektivna, osim ako se radi o pregledu literature. Literaturu treba svrstati abecednim redom. Kao primjer navođenja literature za knjige i časopise bio bi:

[1] KRPAN, J.: Sušenje i parenje drva. Šumarski fakultet Sveučilista u Zagrebu, Zagreb 1965.

[2] ČIŽMEŠIJA, I.: Taljiva ljepila u drvoju industriji. DRVNA INDUSTRIJA, 28 (1977) 5—6, 145—147.

(Redosljedni broj literature u uglatoj zagradi, prezime autora i inicijali imena, naziv članka, naziv časopisa, godina izlaska (godišta izdanja) broj časopisa, te stranice od ... do ...).

— Treba navesti podatke o autoru (autorima): pored punog imena i prezimena navesti zvanje i akademske titule (npr. prof., dr., mr., dipl. inž., dipl. tehn., itd.), osnovne elemente za bibliografsku karticu (ključne riječi iz rada, službenu adresu), broj žiro-računa autora s adresom i općinom stanovanja.

— Samo potpuno završene i kompletne radove (tekst u dva primjerka) slati na adresu Uredništva.

— Primljeni rad Uredništvo dostavlja recenzentu odgovarajućeg područja na mišljenje. Nekompletni radovi, te radovi koji zahtijevaju veće preinake (skraćanje ili nadopune), vraćat će se autorima.

— Ako primljeni rad nije usklađen s ovim Uputama, svi troškovi usklađivanja ići će na trošak autora.

— Ukoliko autor želi separate, može ih naručiti prilikom dostave rukopisa uz posebnu naplatu.

— Molimo autore (kao i urednike rubrika) da u roku od dva tjedna po izlasku časopisa iz tiska, dostave Uredništvu bitnije tiskarske pogreške koje su se potkrale, kako bi se objavili ispravci u sljedećem broju.

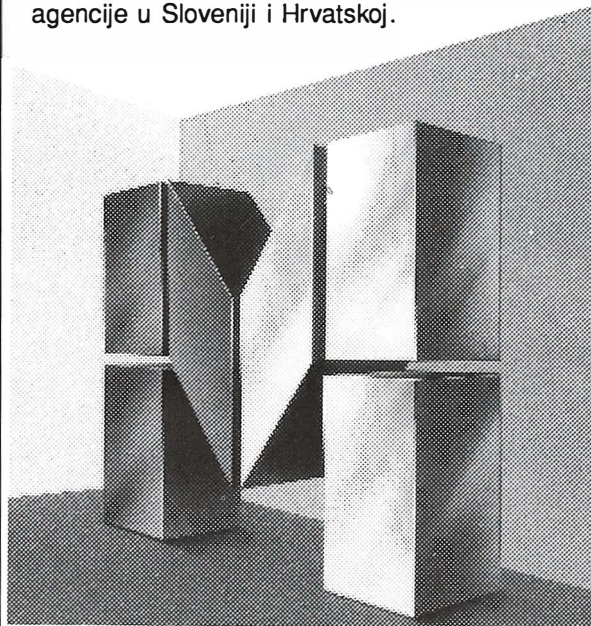
UREDNIŠTVO

I M M '93. - K Ö L N

od 19. do 24. siječnja, 1993.

PRVA ADRESA ZA NAMJEŠTAJ U SVIJETU !

Međunarodni sajam namještaja je za stručnjake iz cijelog svijeta nezaobilazna obveza. 1.400 izlagača, iz više od 35 zemalja omogućit će Vam uvid u aktualnu ponudu iz cijelog svijeta. I još jedan "highlight": **AVANTGARDE DESIGN CENTRE** - omogućava prikaz trendova u namještaju za slijedeće godine. Sve s namjerom, da biste već danas donijeli pravu odluku za budućnost! Grupna putovanja za posjetioce, organiziraju sve veće turističke agencije u Sloveniji i Hrvatskoj.



Preporučamo

"PENTA" poduzeće za turizam i trgovinu d.o.o.,
gospodin STJEPAN S. ŽUNIC.
Poljana Z. Mikine 23, HR - 41000 Zagreb,
tel/fax: 041/33 37 69.

Sve obavijesti izlagačima i posjetiocima: Generalno zastupništvo:

od 01.01.1993:

BRANDT, d.o.o.

MARKETING I USLUGE

Ulica Republike Austrije 36

41000 ZAGREB

Prof. JASNA BRANDT

Tel. 041/170-333

Fax: 041/577-652

do 31.12.1992:

EP '64 marketing i propaganda

Inoz. odjel - Prof. Jasna Brandt

Trg Petra Preradovića 6

41000 ZAGREB

Tel: 041/465-363

Fax: 041/465-455

 Köln Messe

EXPORTDRVO



EXPORTDRVO

DIONIČARSKO DRUŠTVO

TEL. (041) 460-222, FAX (041) 445-266; (041) 420-004

VLASTITE FIRME I PREDSTAVNIŠTVA U INOZEMSTVU

SAD

European Wood Products Inc.

226 7th Street Suite 107
Garden City N. Y. 11530
Tel: 991/516/294-9663
991/516/294-9667
Fax: 991/516/294-9675

NIZOZEMSKA

Exhol

B.V. 1075 AL Amsterdam Z
Oranje Nassaulaan 65
Tel: 9931/20/717076 (Fax)

NJEMAČKA

Omnico G.m.b.H.

8300 Landshut
Watzmannstrasse 65
Tel: 9949/871/61055
Telex: 041/58385
Fax: 9949/871/61050

4936 Augustdorf,
Pivitsheider Strasse 2,
Tel: 9949/5237/5909
Telex: Omnic 041/935641
Fax: 9949/5237/5693

FRANCUSKA

Exportdrvo
36 Bld de Picpus
75012 Paris
Fax: 99331/43/46-16-26
Tel: 99331/43/45-18-18
Telex: 042/210-745

SKANDINAVIJA

Exportdrvo
S-103-62 Stockholm 16
Drottninggatan 80, 4. Tr, POB 3146
Tel: 9946/8/7900983
Telex: 054/13380
Fax: 9946/8/112393

ITALIJA

Omnico Italiana s.r.

1. Milano,
Via Unione 2
Tel: 9939/2/861-086
9939/2/874-986 (fax)
33100 Udine
Via Manzini 8
Tel: 9939/432/505 828
Fax: 9939/432/510 677

VELIKA BRITANIJA

Exportdrvo
London SW 19 1 RL
Broadway House, second floor
112-134 the Broadway
Wimbledon
Tel: 9944/81/5425111
9944/81/5439043
Telex: 051/928389
Fax: 9944/81/5403297